

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DO SOLO**

**ADUBAÇÃO ORGÂNICA EM NIÁGARA ROSADA: PRODUÇÃO, ESTADO  
NUTRICIONAL E COMPOSIÇÃO DA UVA E DO MOSTO**

**Ângela Valéria Casali**

**(Dissertação)**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DO SOLO**

**ADUBAÇÃO ORGÂNICA EM NIÁGARA ROSADA: PRODUÇÃO, ESTADO  
NUTRICIONAL E COMPOSIÇÃO DA UVA E DO MOSTO**

**ÂNGELA VALÉRIA CASALI**  
**Engenheira Agrônoma (UFSM)**

**Dissertação apresentada como  
um dos requisitos à obtenção do  
Grau de Mestre em Ciência do Solo**

**Porto Alegre (RS) Brasil**

**Março de 2011**

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais Vicente e Vera e aos meus irmãos, Eduardo, Joseline e Cristiano, pelo apoio, carinho e incentivo.

Ao meu esposo Marcelo pelo amor, compreensão e companheirismo.

Ao professor Dr. Egon José Meurer pela amizade, orientação, paciência e bons conselhos.

Ao pesquisador da Embrapa Uva e Vinho Dr. George Wellington Bastos de Melo pela oportunidade e conhecimentos compartilhados.

Ao professor da Universidade Federal de Santa Catarina, Dr. Gustavo Brunetto pelo incentivo, conselhos e ensinamentos.

Aos professores Dr. Marino Tedesco, Dr. Carlos Gustavo Tornquist e Dr. Paulo Vitor Dutra de Souza, integrantes da banca, pelas sugestões e esclarecimentos.

Ao funcionário Volmir e aos bolsistas do Laboratório de Análise de Solo e Tecido da Embrapa Uva e Vinho, pela amizade e ajuda na execução dos experimentos.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

À Embrapa Uva e Vinho, pelo auxílio financeiro e pela estrutura.

# **ADUBAÇÃO ORGÂNICA EM NIÁGARA ROSADA: PRODUÇÃO, ESTADO NUTRICIONAL E COMPOSIÇÃO DA UVA E DO MOSTO <sup>1/</sup>**

Autor: Ângela Valéria Casali

Orientador: Prof. Dr. Egon José Meurer

## **RESUMO**

A aplicação de composto orgânico, nas linhas ou nas entrelinhas das plantas, em vinhedo sob cobertura plástica, pode alterar a disponibilidade de nutrientes no solo, refletindo no estado nutricional, na produção e na composição da uva e de seu mosto. Este trabalho objetivou avaliar a produção, o estado nutricional e a composição da uva e do mosto em videiras cultivadas sob cobertura plástica, submetidas à aplicação de doses de composto orgânico em duas posições no vinhedo, na linha e entrelinhas e seu efeito em atributos de um Neossolo Litólico. O experimento foi conduzido em um vinhedo de cultivar Niágara Rosada, em sistema orgânico com cobertura plástica na Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS. O delineamento experimental foi em faixa com parcelas subdivididas, em três blocos; os tratamentos consistiram na aplicação das doses 0, 9, 18, 36 e 72 L planta<sup>-1</sup> de composto orgânico em duas posições no vinhedo, na linha e na entrelinha de plantio no período hibernar da planta nos anos de 2008 e 2009. A aplicação do composto orgânico, na linha ou na entrelinha de plantio, não afetou a produção, o estado nutricional e a composição da uva e do mosto.

1 / Dissertação de Mestrado em Ciência do Solo. Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. (58 p.) Março, 2011. Trabalho realizado com apoio financeiro da Embrapa Uva e Vinho.

# **ORGANIC FERTILIZATION ON NIAGARA ROSA- DA: PRODUCTION, NUTRITIONAL STATE AND COMPOSITION OF GRAPES AND JUICE<sup>1/</sup>**

Author: Angela Valeria Casali  
Prof. Dr. Egon José Meurer

## **ABSTRACT**

The application of organic compost in rows or between rows of plants in a vineyard under plastic cover can change the nutrients availability in the soil, thus reflecting on the nutritional status, production and composition of the grape and its juice. This study aimed to evaluate the production, nutritional status and composition of grape and its juice on grapevines grown under plastic cover, with the application rates of organic compost at two positions in the vineyards, on the rows and between the rows and its effect on the attributes of Typic Litolic soil. The experiment was conducted in vineyard of Niágara Rosada, in an organic system with plastic cover at Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS. The experiment was conducted on split plots design. The treatments consisted of the application of doses of 0, 9, 18, 36 e 72 L plant<sup>-1</sup> of organic compound applied at two positions on the vineyards, in the row and between rows during the winter period on the years 2008 and 2009. The application of organic compost the row or between rows of the plants did not affect the production, nutritional status and the composition of the grape and its juice.

1 / M.Sc. Dissertation in Soil Science - Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. (58 p.) Março, 2011. Trabalho realizado com apoio financeiro da Embrapa Uva e Vinho.

## SUMÁRIO

	Página
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	3
2.1 A importância socioeconômica da vitivinicultura .....	3
2.2 Resíduos resultantes da elaboração de vinhos e sucos .....	4
2.3 Adubação orgânica .....	5
2.4 Nutrição mineral da videira .....	7
2.4.1 Nitrogênio .....	8
2.4.2 Fósforo .....	12
2.4.3 Potássio .....	13
2.4.4 Cálcio .....	14
2.4.5 Magnésio .....	14
2.4.6 Enxofre .....	15
2.4.7 Micronutrientes .....	15
2.5 Manejo do vinhedo .....	17
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	19
3.1 Local .....	19
3.2 Tratamentos .....	20
3.3 O composto orgânico .....	21
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	25
4.1 Atributos do solo .....	25
4.1.1 Teor de matéria orgânica .....	25
4.1.2 Valores de pH .....	27
4.1.3 Nitrogênio total e mineral .....	29
4.1.4 Fósforo e potássio disponíveis .....	33
4.1.5 Cálcio e magnésio trocáveis .....	36

4.2 Teores de nutrientes nas folhas completas .....	38
4.3 Produção de uvas e componentes de rendimento .....	40
4.4 Composição do mosto .....	44
4.5 Teores totais de nutrientes nas bagas de uva .....	46
<b>5. CONCLUSÕES .....</b>	<b>48</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>49</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>56</b>

## RELAÇÃO DE TABELAS

	Página
<b>1</b> Atributos físicos e químicos de amostras do Neossolo coletado na camada 0-20 cm de profundidade em área adjacente ao vinhedo experimental .....	20
<b>2</b> Características do composto orgânico. ....	22
<b>3</b> Quantidades totais de nutrientes aplicadas anualmente na cultivar Niágara Rosada .....	23
<b>4</b> Teores totais de cálcio, magnésio, fósforo, potássio e nitrogênio nas folhas completas de videiras da cultivar Niágara Rosada adubadas com o composto orgânico na linha e na entrelinha, e sob cobertura plástica nas linhas de plantio, referentes à safra 2009/2010 .....	39
<b>5</b> Comprimento e peso de cachos, número de cachos por planta, produção por planta e por hectare, SST no mosto de uva de videiras da cultivar Niágara Rosada adubadas com o composto orgânico na linha e na entrelinha, sob cobertura plástica nas linhas de plantio, referentes à safra 2008/2009 .....	40
<b>6</b> Comprimento e largura de cachos, largura de bagas e massa de 100 bagas, peso de cachos, número de cachos por planta, produção por planta e por hectare em videiras da cultivar Niágara Rosada adubadas com o composto orgânico na linha e na entrelinha, sob cobertura plástica nas linhas de plantio, referentes à safra 2009/2010 .....	41
<b>7</b> pH, acidez total, sólidos solúveis totais, ácido málico e tartárico no mosto de uva de videiras da cultivar Niágara Rosada adubadas com o composto orgânico na linha e entrelinha, sob cobertura plástica nas linhas de plantio, referentes à safra 2009/2010 .....	44

<b>8</b>	Teores totais de cálcio, magnésio, fósforo, potássio e nitrogênio nas bagas de videiras da cultivar Niágara Rosada adubadas com o composto orgânico na linha e entrelinha, e sob cobertura plástica nas linhas de plantio, referentes à safra 2009/2010 .....	46
----------	---	----

## RELAÇÃO DE FIGURAS

	Página
<b>1</b> Niágara Rosada conduzida em sistema latada descontínua sob cobertura plástica. Bento Gonçalves - RS, 2008 .....	19
<b>2</b> Vista da posição de aplicação do composto orgânico, no vinhedo (1) na linha e (2) na entrelinha de plantio. ....	21
<b>3</b> Teor de matéria orgânica (MOS) no Neossolo nas camadas de 0-5 e 5-15 cm de profundidade, na posição da linha de plantio no vinhedo. ....	26
<b>4</b> Teor de matéria orgânica (MOS) no Neossolo nas camadas de 0-5 e 5-15 cm de profundidade, na posição da entrelinha de plantio no vinhedo. ....	26
<b>5</b> Valores de pH do solo nas camadas de 0-5 e 5-15 cm do Neossolo, na posição da linha de plantio no vinhedo. ....	28
<b>6</b> Valores de pH do solo nas camadas de 0-5 e 5-15 cm do Neossolo, na posição da entrelinha de plantio no vinhedo. ....	28
<b>7</b> Teor de nitrogênio total no Neossolo nas camadas de 0-5 e 5-15 cm de profundidade, na posição da linha de plantio no vinhedo. ..	30
<b>8</b> Teor de nitrogênio total no Neossolo nas camadas de 0-5 e 5-15 cm do Neossolo, na posição da entrelinha de plantio no vinhedo. .	30
<b>9</b> Teor de nitrogênio mineral ( $N-NH_4^+ + N-NO_3^- + N-NO_2^-$ ) no Neossolo nas camadas de 0-5 e 5-15 cm de profundidade, na posição da linha de plantio no vinhedo. ....	32

<b>10</b>	Teor de nitrogênio mineral (N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> + N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> + N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ) no Neossolo nas camadas de 0-5 e 5-15 cm de profundidade, na posição da entrelinha de plantio no vinhedo. ....	32
<b>11</b>	Teores de fósforo disponível (Mehlich-1) no solo nas camadas de 0-5 e 5-15 cm do Neossolo, na posição da linha de plantio no vinhedo. ....	34
<b>12</b>	Teores de fósforo disponível (Mehlich-1) no solo nas camadas de 0-5 e 5-15 cm do Neossolo, na posição da entrelinha de plantio no vinhedo. ....	34
<b>13</b>	Teores de potássio disponível no solo nas camadas de 0-5 e 5-15 cm do Neossolo, na posição da linha de plantio no vinhedo. ....	35
<b>14</b>	Teores de potássio disponível no solo nas camadas de 0-5 e 5-15 cm do Neossolo, na posição da entrelinha de plantio no vinhedo. ....	35
<b>15</b>	Teores de cálcio trocável no solo nas camadas de 0-5 e 5-15 cm do Neossolo, na posição da linha de plantio no vinhedo. ....	36
<b>16</b>	Teores de cálcio trocável no solo nas camadas de 0-5 e 5-15 cm do Neossolo, na posição da entrelinha de plantio no vinhedo. ....	37
<b>17</b>	Teores de magnésio trocável no solo nas camadas de 0-5 e 5-15 cm do Neossolo, na posição da linha de plantio no vinhedo. ....	37
<b>18</b>	Teores de magnésio trocável no solo nas camadas de 0-5 e 5-15 cm do Neossolo, na posição da entrelinha de plantio no vinhedo. ....	38

## RELAÇÃO DE ANEXOS

	Página
1 Precipitação pluviométrica, temperatura do ar média mensal e insolação nos meses de condução do experimento na Serra Gaúcha	57
2 Teores de nitrogênio amoniacal e nítrico no solo .....	58

## 1. INTRODUÇÃO

A Serra Gaúcha, localizada no Estado do Rio Grande do Sul, é a maior região vitícola do Brasil. Nesta, em geral, os vinhedos são cultivados em solos pouco profundos (Neossolos, Cambissolos e Chernossolos) de textura média ou argilosa, ácidos a ligeiramente ácidos e com médio a altos teores de matéria orgânica.

Nos últimos anos tem se expandido na região produtora o “sistema de cultivo orgânico da videira”. Neste sistema de cultivo não é permitido utilizar a maioria dos fertilizantes minerais, os quais são substituídos por adubos orgânicos como fonte de nutrientes para as plantas. Há compostos orgânicos disponíveis no mercado local que são produzidos a partir dos resíduos da indústria vitivinícola.

No cultivo orgânico, muitos viticultores têm adotado coberturas plásticas nas linhas de plantio. Esta prática visa diminuir o molhamento foliar e conseqüentemente a incidência de doenças fúngicas na parte aérea da planta.

O uso da cobertura plástica sobre as plantas nas linhas de plantio pode modificar o fluxo de água no solo, resultando em menor disponibilidade de água na linha de plantio, e maior disponibilidade nas entrelinhas. Desta forma, a localização do composto orgânico no vinhedo torna-se importante, pois a diferença de umidade no solo pode afetar a atividade microbiana, refletindo na taxa de mineralização do composto e também nas taxas de perdas de nutrientes por lixiviação e erosão. Por consequência, pode alterar as quantidades de nutrientes disponíveis no solo e o estado nutricional da planta. Como o estado nutricional da planta afeta a produção e a composição dos frutos, o composto

orgânico não deve ser usado em doses que afetem negativamente os componentes de produção, como o número e a massa do cacho, o seu comprimento e a sua largura. Por outro lado, altos rendimentos podem prejudicar a composição da uva e do seu mosto, alterando os teores de sólidos solúveis totais, pH, acidez total e os ácidos orgânicos, como o tartárico e o málico. Também, a adição de nutrientes em doses maiores que a as requeridas pelas culturas pode resultar em impactos ambientais, como desequilíbrios químicos e biológicos no solo, nas águas e até, ao longo do tempo, perdas de produtividade e da qualidade da uva.

Esta pesquisa foi desenvolvida baseada na hipótese de que a aplicação e a localização de composto orgânico em videiras cultivadas sob cobertura plástica afeta a produção, o estado nutricional e a composição da uva e do mosto.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 A importância socioeconômica da vitivinicultura**

Segundo registros encontrados na Prefeitura Municipal de Bento Gonçalves, no Brasil, a videira foi introduzida em 1532 por Martin Afonso de Souza na Capitania de São Vicente, hoje estado de São Paulo. No Rio Grande do Sul a viticultura teve início por volta de 1626, pelo padre jesuíta Roque Gonzáles de Santa Cruz. Ele, ao fundar a Redução Cristã de San Nicolao (Região dos Sete Povos das Missões), trouxe cepas de origem espanhola. Em 1737 ocorreu a imigração dos açorianos que fundaram Porto Alegre e disseminaram as cepas portuguesas, originadas das ilhas de Açores e Madeira. Somente a partir de 1875 a viticultura foi consolidada por imigrantes italianos que passaram a cultivar a videira na região da Serra Gaúcha. Inicialmente a produção de uva era destinada ao consumo familiar. Mais tarde, por volta de 1890, foi ampliada para fins comerciais. Hoje, das frutas produzidas no Brasil, a uva é a terceira em valor de produção. Em 2008 a produção nacional desta fruta foi de 1.399.000 toneladas; deste total, 50,6% foram destinadas à elaboração de vinhos, sucos e outros derivados (Mello, 2009).

Atualmente, o cultivo da videira no Brasil se desenvolve principalmente nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste, com destaque para o Rio Grande do Sul que contribui com mais de 50% da produção total. A produção gaúcha é destinada principalmente à vinificação. A região da Serra Gaúcha, localizada no nordeste do estado, é a maior região vitícola do Brasil. Os municípios gaúchos com produção maior do que 10.000 toneladas anuais estão localizados

nesta região, destacando-se Bento Gonçalves, Flores da Cunha, Caxias do Sul, Farroupilha e Garibaldi (Atlas, 2011).

A viticultura da Serra Gaúcha se destaca por sua importância socio-econômica, pela fonte de empregos diretos e indiretos e pela geração de renda na área rural. Estima-se que mais de 51.000 pessoas trabalham diretamente na cadeia produtiva da uva nesta região. A viticultura é realizada em pequenas propriedades com média de 15 ha de área total, com aproximadamente 50% de área útil e com cerca de 2,5 ha ocupado com vinhedos; são áreas de difícil mecanização devido à topografia acidentada (Mello, 2009).

## **2.2 Resíduos resultantes da elaboração de vinhos e sucos**

No Rio Grande do Sul, a produção anual de vinhos, espumantes, sucos e outros derivados é na ordem de 434.000.000 litros (Mello, 2009). Estima-se que no processo de vinificação são produzidos aproximadamente 1,4 kg de resíduos para cada litro de vinho. Os principais resíduos da vinificação são: os bagaços, os engaços e as sementes da uva, os resíduos de filtração, de centrifugação e de “destartarização” (terras de filtração, sarros e borras). Estes materiais, em geral, possuem baixo pH, altos conteúdos de matéria orgânica com baixa relação C/N, alta demanda química de oxigênio (DQO) e alta demanda biológica de oxigênio (DBO), presença de polifenóis e metais pesados, principalmente o Cu e o Mn (Pirra, 2005; Bustamante et al., 2006).

O processamento da uva se concentra nos meses de janeiro a março; assim, há uma grande geração de resíduos num curto espaço de tempo, dificultando seu tratamento e destinação, o que representa risco ambiental quando mal manejados (Bustamante et al., 2006). Por esta razão, nos últimos anos tem-se proposto diversos métodos para a reutilização destes resíduos, principalmente para o bagaço. O uso mais comum deste material, na região da Serra Gaúcha, é como ingrediente na fabricação de ração animal, pois é rico em proteínas, lipídios e açúcares. Além disso, o bagaço poder ser aproveitado para a recuperação de leveduras, compostos fenólicos e ácido tartárico. Das sementes, pode ser extraído o óleo para indústria de cosméticos (Bustamante et al., 2006).

Por outro lado, estes resíduos possuem características de interesse agrícola, principalmente pelos altos teores de matéria orgânica, de nitrogênio e

potássio e também pelos teores de fósforo, de cálcio e de outros nutrientes para as plantas. Em geral têm baixos teores de metais pesados e micronutrientes quando comparados com os valores determinados em outros resíduos utilizados como fertilizantes orgânicos, como esterco de animais e composto de lixo (Moreno-Caselles et al., 2002). Entretanto, esses resíduos também são caracterizados pela presença de polifenóis, compostos de alto peso molecular que podem ter efeitos fitotóxicos e antimicrobianos, o que torna necessário seu tratamento antes de sua utilização na agricultura (García-Martínez et al., 2009). A compostagem pode ser uma opção de reciclagem desses resíduos, tornando-os mais estáveis, com nutrientes, o que viabiliza o seu uso como fertilizante orgânico.

### **2.3 Adubação orgânica**

Os fertilizantes orgânicos são muito empregados na fruticultura. Pois além de uma fonte de nutrientes, estes materiais proporcionam melhorias nas propriedades físicas do solo, principalmente na agregação do mesmo, que por sua vez, afeta a capacidade de infiltração e retenção de água, a drenagem, a aeração e a temperatura do solo. As melhorias das propriedades químicas e físicas do solo afetam positivamente suas propriedades biológicas, como a produção de substâncias estimulantes do crescimento de plantas, e, assim, cria-se um ambiente mais adequado para o desenvolvimento radicular e da planta como um todo.

Os compostos orgânicos têm sido utilizados como fonte de nutrientes por muitos viticultores da Serra Gaúcha, principalmente, no cultivo orgânico da videira. Grande parte dos nutrientes do adubo orgânico encontra-se na forma orgânica e necessitam ser mineralizados para se tornarem disponíveis às plantas. Este processo é governado pela biomassa microbiana do solo (BMS) que usa o composto orgânico como fonte de carbono e energia. Neste processo parte do C é transferido para a atmosfera na forma de CO<sub>2</sub> e os nutrientes excedentes são mineralizados, entre eles, N, fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) (Moreira & Siqueira, 2006). Após mineralizados, os nutrientes provenientes do composto orgânico atuam de modo semelhante àqueles oriundos de fertilizantes minerais.

A taxa de mineralização de compostos orgânicos é determinada, principalmente, pela quantidade adicionada ao solo e pela sua qualidade bioquímica, como a concentração de nutrientes, teor de açúcares, de lignina, de compostos fenólicos, de celulose e hemicelulose, assim como pela presença de elementos tóxicos como os metais pesados e moléculas xenobiontes. Além disso, as características do solo como a temperatura, umidade, aeração, pH e a disponibilidade de nutrientes, exercem importante efeito sobre população de micro-organismos do solo e como consequência, na taxa de mineralização do composto orgânico (Nendel et al., 2005).

As relações C/N, C/P e lignina/N são importantes, pois afetam diretamente a decomposição e a liberação de nutrientes dos resíduos orgânicos. Normalmente, compostos orgânicos com baixa relação C/N são usados pela BMS com maior facilidade, mineralizando com mais rapidez do que resíduos com alta relação C/N. Esta menor taxa de decomposição de resíduos com alta relação C/N é atribuída à pequena quantidade de N no resíduo e à presença de compostos recalcitrantes (Aita & Giacomini, 2003).

Em qualquer sistema de cultivo, as necessidades nutricionais de uma determinada cultura dificilmente serão supridas de forma equilibrada com o uso exclusivo de fertilizantes orgânicos, pois as concentrações de N, P, K e outros nutrientes contidos nesses materiais diferem, na maioria das vezes, das relações requeridas pelas plantas. Para melhorar o aproveitamento dos adubos orgânicos, recomenda-se ajustar a adubação pelo nutriente que se encontra em maior concentração. Para os outros nutrientes, calcula-se a contribuição referente à quantidade do fertilizante orgânico aplicado e suplementa-se o restante com fertilizantes minerais. No entanto, no cultivo orgânico não é permitido o uso da maioria dos fertilizantes minerais disponíveis no mercado, o que dificulta o manejo da fertilidade do solo.

A utilização contínua de fertilizantes orgânicos, especialmente se for da mesma origem, ou o uso de doses excessivas podem provocar um desequilíbrio químico e biológico no solo. Como a quantidade de nutrientes absorvido pela videira na estação de crescimento é dependente da sua disponibilidade no solo, a adubação deve ser feita com prudência, pois, a alta ou a baixa disponibilidade de nutrientes, principalmente de nitrogênio e de potássio, reflete-se na produção e na composição da uva e do seu mosto.

## 2.4 Nutrição mineral da videira

No Estado do Rio Grande do Sul, a videira, em geral, é cultivada em regiões fisiográficas, que apresentam temperaturas amenas durante o outono e não tão rigorosas nos meses de inverno, favorecendo a mineralização da matéria orgânica do solo e a decomposição de resíduos culturais. Isso, aliado ao hábito perene da videira, favorece a absorção de nutrientes do solo praticamente o ano todo, com maior intensidade no inchamento das gemas, brotação e floração. Normalmente após a absorção parte dos nutrientes é acumulada na forma de substâncias de reserva para sua utilização no ciclo vegetativo-produtivo seguinte, o que lhe confere caráter bianual de produção, se o solo não for capaz de repor estes nutrientes durante o ciclo vegetativo-reprodutivo (Brunetto et al., 2006).

As recomendações de adubação para a videira neste estado foram baseadas em conhecimentos empíricos dos viticultores, em informações de literatura e num pequeno número de experimentos. A Comissão de Química e Fertilidade do Solo dos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina (CQFS-RS/SC, 2004) estabelece a recomendação de adubação para a videira com base nas análises de solo e de tecido vegetal. O teor de nutrientes na folha inteira ou do pecíolo, coletada na mudança da cor da baga, tem sido usado como indicador para a decisão de adubar ou não, assim como para o estabelecimento da dose do fertilizante a ser aplicada ao solo. Além da análise foliar, também são considerados o vigor da planta e a expectativa de produtividade. Quando as formas utilizadas para a predição de disponibilidade de nutrientes, indicam carência de nutrientes é feita a recomendação de aplicação de fertilizantes, nitrogenados, potássicos e fosfatados.

A aplicação da adubação fosfatada e potássica é recomendada no período hibernal da planta; para a adubação nitrogenada recomenda-se o parcelamento da dose: a aplicação da primeira parcela no início da brotação e da segunda logo após a fecundação. Quando a fonte de fertilizante utilizado é orgânica, recomenda-se sua aplicação no período hibernal da planta e preferencialmente a lanço, a fim de evitar danos mecânicos às raízes (CQFS-RS/SC, 2004).

Num estudo realizado por Dechen (1979) com a cultivar Niágara Rosada, a extração e exportação de nutrientes pelas videiras, em  $\text{kg ha}^{-1}$ , segue a

seguinte ordem K (98), N (91), Ca (41), P (28), S (9) e Mg (8) mostrando que o potássio e o nitrogênio são os nutrientes exigidos em maiores quantidades pela cultura.

#### 2.4.1 Nitrogênio

A videira absorve o N por fluxo de massa da solução do solo, especialmente, nas formas de nitrato e amônio. Depois de absorvido, parte do N é incorporado às estruturas carbonadas, formando aminoácidos e proteínas e redistribuído para os pontos em crescimento. A outra parte é acumulada na forma de compostos nitrogenados de baixo peso molecular, nos órgãos perenes da planta. A acumulação de N nas partes perenes ocorre durante todo o ciclo vegetativo e produtivo da videira. Com a morte das folhas da videira durante o outono, as proteínas são degradadas e o N é redistribuído para os órgãos perenes da planta, principalmente para as raízes, formando as reservas nitrogenadas. Estas reservas são responsáveis pela manutenção dos processos bioquímicos e fisiológicos na planta no período de menor área foliar, que servem de fonte para a manutenção da produtividade no ano seguinte (Taiz & Zeiger, 2004).

Bell & Henschke (2005) apresentaram uma detalhada revisão sobre as implicações da nutrição nitrogenada na uva e na fermentação do mosto. Estes autores comentam que a resposta em crescimento, na produtividade e na composição da uva depende do status do nitrogênio da videira antes da aplicação da adubação nitrogenada. A resposta da videira a um tratamento e o efeito subsequente na composição das bagas de uva é resultante de uma série de interações entre características genéticas, condições ambientais e práticas de manejo. Quando a planta estiver em condições de baixo status de nitrogênio, a adubação nitrogenada estimula o metabolismo do nitrogênio, como a síntese de proteínas. Como consequência, há um aumento na área foliar combinado com um aumento na formação da clorofila o que estimula a produção de fotossintatos. Este incremento na produção de fotossintatos pode ou não ser suficiente para suprir todos os drenos ou vias metabólicas que requerem carboidratos nesta fase. Mas, proporciona um aumento na quantidade dos órgãos de armazenamento (raízes, ramos e tronco), aumentando a capacidade da videira para armazenar nitrogênio e carboidratos.

Estas reservas podem ser remobilizadas para as vias metabólicas que necessitam de mais nitrogênio ou fotossintatos do que a videira atualmente pode oferecer. Além disso, o maior crescimento radicular promove a absorção de mais nitrogênio, de água e de outros nutrientes essenciais. Todos esses efeitos relativos ao crescimento da videira têm um efeito positivo nos componentes de rendimento, produção de uvas e na composição dos frutos, quando a adubação nitrogenada aumenta o estoque de nitrogênio e carboidratos, que antes eram limitantes, ou seja, quando o status de nitrogênio da videira era baixo. Por outro lado, quando o status de nitrogênio inicial da videira é adequado, a adição de fertilizantes nitrogenados não aumentará o crescimento e a produtividade da planta. Da mesma forma, um equilíbrio ótimo entre a área foliar e o peso do fruto deve ser alcançado para garantir que os frutos tenham uma boa maturação. Uma vez obtido o máximo crescimento, rendimento e composição da uva, a videira é considerada suficientemente suprida de nitrogênio. No entanto, a taxa de aplicação de nitrogênio no vinhedo que resulta num rendimento máximo pode não ser a taxa na qual a composição da uva é otimizada. Atualmente, é necessário produzir não somente em quantidade, mas com qualidade que atendam às especificações das cantinas e do mercado consumidor; assim, os efeitos do nitrogênio sobre o rendimento, crescimento e composição da uva devem ser considerados em conjunto.

A composição da uva é influenciada principalmente pelo aumento do vigor da videira, que altera as relações fonte-dreno na planta e o microclima do dossel. Quando o tamanho da fonte, ou seja, a área para a síntese de carboidratos não aumenta proporcionalmente ao tamanho do dreno, ou seja, os órgãos de armazenamento de carboidratos ocorrem maior competição por carboidratos entre os órgãos drenos, resultando em menores concentrações de componentes que estão associados à qualidade da uva, como as antocianinas e os sólidos solúveis totais, pelo desvio de fotossintatos do metabolismo de carboidratos para a síntese de aminoácidos e proteínas. Além disso, o aumento do vigor da planta aumenta a densidade do dossel, o que aumenta a razão folhas sombreadas/folhas não sombreadas, diminuindo a produção de fotossintatos pelo número crescente de folhas que não estão realizando a fotossíntese na capacidade máxima, acarretando redução nas reservas de carboidratos nos órgãos perenes da planta (Marschner, 1993).

Uma alteração no microclima também altera outros fatores ambientais no interior do dossel, como radiação solar, temperatura, velocidade do vento e umidade. A intensidade luminosa e a temperatura são elementos climáticos de grande relevância na síntese de compostos, devido à sua influência nos metabolismos primário e secundário das plantas (Taiz & Zeiger, 2004). Maior exposição dos cachos à radiação solar está relacionada à redução das concentrações de ácido málico e tartárico, da acidez titulável, do pH e da concentração de potássio da baga. Igualmente, a maiores acúmulos de sólidos solúveis totais, antocianinas, polifenóis e outros compostos fenólicos em variedades tintas (Smart et al., 1985; Morrison & Noble, 1990; Toda et al., 1991). A baixa intensidade luminosa pode provocar atraso na maturação da uva (Chavarria., 2010); a redução da temperatura pode aumentar a acidez titulável e diminuir o pH no mosto pelo aumento da concentração de ácido málico (Crippen & Morrison, 1986).

Estudos sobre o efeito da adubação nitrogenada mostraram que o crescimento vegetativo da videira foi feito à custa do rendimento (Bell & Henschke, 2005). A redução no rendimento de uva com a aplicação de altas doses de nitrogênio no vinhedo pode ser explicada em grande parte pelas mudanças provocadas no microclima do dossel. O aumento do vigor da planta aumenta o sombreamento resultando numa diminuição na diferenciação das gemas (Leão et al., 2003). Além disso, a adubação nitrogenada excessiva desequilibra a relação C/N na planta, relação esta que regula todo o mecanismo de indução das gemas florais, com consequente diminuição da fertilidade das gemas (Barth et al., 2006). A adubação nitrogenada excessiva também pode tornar as plantas mais suscetíveis às doenças, principalmente à botritis (*Botrytis cinerea*) (Conradie & Saayman, 1989; Fráguas & Melo, 1998).

Vários trabalhos relatam o impacto da adubação nitrogenada na produção, estado nutricional e composição química da uva. Spayd et al. (1994), em estudo com a variedade Riesling na região central de Washington, nos Estados Unidos, aplicaram 0, 56, 112, 224 kg ha<sup>-1</sup> de N e determinaram no mosto aumento nas concentrações de N total e de N amoniacal e nos valores de pH. Porém, a aplicação do N não afetou os valores de sólidos solúveis totais, concordando com Keller et al. (1999), nem os teores de potássio, de sólidos solúveis totais e dos ácidos málico e tartárico. O mesmo autor, aplicando as mes-

mas doses de N em videiras cultivadas nos Estados Unidos, relata uma redução nos valores de SST, concordando com os dados obtidos por Christensen et al., 1994, Keller et al., 2001 e Delgado et al., 2004 (Spayd et al., 1995). Por outro lado, Pacheco et al. (1997) relatam que o mosto das uvas *Vitis vinífera* cv Loureiro cultivadas em um Cambissolo com  $11,5 \text{ g kg}^{-1}$  de matéria orgânica em Portugal e com a aplicação de 30, 60 e  $90 \text{ kg ha}^{-1}$  de N, apresentaram maiores quantidades dos ácidos tartárico e málico e menores valores de pH, comparativamente ao tratamento sem aplicação do nutriente, concordando com Keller et al. (2001).

No Brasil há poucos estudos sobre o impacto da adubação nitrogenada na produção e composição da uva; entre os trabalhos efetuados destacam-se os de Brunetto et al. (2007 e 2009). Brunetto et al. (2007) em estudo realizado com viníferas Cabernet Sauvignon na região da Campanha do RS, num Argissolo Vermelho com  $10 \text{ g kg}^{-1}$  de matéria orgânica, relata que a aplicação de 0, 15, 30, 45, 60 e  $85 \text{ kg ha}^{-1}$  de N parcelada conforme recomendado pela CQFS-RS/SC (2004), não aumentou a produção de uva. Quanto às características químicas do mosto da uva, a aplicação de N não afetou os valores de sólidos solúveis totais, aumentou os valores de pH do mosto, dos ácidos tartárico e málico, não alterou os teores de polifenóis e diminuiu os valores de antocianos. Os resultados dos nutrientes totais na baga mostraram que a aplicação de N aumentou a concentração de N total, concordando com os dados obtidos por Brunetto et al. (2008), em experimento conduzido na região do Planalto do RS em um Cambissolo com  $11 \text{ g Kg}^{-1}$  de matéria orgânica.

Por outro lado, em trabalho recente com viníferas Cabernet Sauvignon cultivadas na Serra Gaúcha do RS, em Neossolo com  $30,7 \text{ g Kg}^{-1}$  de matéria orgânica, a aplicação de 0, 15, 30, 45 e  $60 \text{ kg ha}^{-1}$  de N parcelada conforme recomendado pela CQFS-RS/SC (2004), proporcionou aumento na produção de uva. Os dados de composição química do mosto mostraram que a aplicação de N aumentou os valores de sólidos solúveis totais, pH e polifenóis. Já os teores dos ácidos tartárico e málico e antocianas diminuíram com o aumento da dose de N. Os resultados de teores totais de nutrientes na baga mostraram que a aplicação de doses de N não afetou os teores de N, P, Ca e Mg e aumentaram o teor de K nas bagas (Brunetto et al., 2009).

Em geral, os trabalhos que avaliam a interferência do N na composição da uva não relatam informações sobre o tipo de solo e o seu teor de matéria orgânica onde as videiras foram cultivadas e, além disso, são experimentos de curta duração. Com isso, a discussão dos resultados fica restrita à quantidade de N aplicada e ao impacto na produção e na composição da uva e/ou do seu mosto.

#### 2.4.2 Fósforo

O fósforo atua como componente estrutural das membranas celulares, faz parte de compostos responsáveis pelo metabolismo de açúcares, é imprescindível para a formação de estruturas energéticas (ADP e ATP) e na promoção do crescimento das brotações. A maior parte do fósforo é absorvida por difusão como ânion monovalente-ortofosfato biácido ( $\text{H}_2\text{PO}_4^{-2}$ ). Na videira o requerimento pelo nutriente é maior durante a brotação, posteriormente a demanda diminui linearmente (Donati, 2002).

O fósforo é móvel na planta e, devido a isso, os sintomas de deficiência ocorrem, inicialmente, nas folhas mais velhas e se caracterizam por uma clorose e presença de antocianinas (coloração roxa), evoluindo para necrose. A deficiência desse elemento afeta principalmente o vigor das plantas pela redução no desenvolvimento do sistema radicular, causando também, uma escassa lignificação dos tecidos, baixa produtividade e atraso na maturação da uva. Entretanto, esses sintomas se manifestam apenas quando a deficiência é muito acentuada, o que geralmente não acontece em vinhedos no campo devido à demanda por fósforo ser muito reduzida, cerca de quatro vezes menor do que a de nitrogênio, a qual tem sido atribuída à associação das raízes da videira com micorrizas (Donati, 2002, Albuquerque, 2007).

#### 2.4.3 Potássio

O potássio (K) é o cátion predominante na videira, normalmente os teores no tecido variam de 1,5 a 2,5 g kg<sup>-1</sup> da matéria seca. Dos elementos mi-

nerais presentes na baga madura, ele é considerado o mais importante, não apenas pela sua quantidade, que pode representar até 50% do total de minerais presentes na baga, mas também por exercer papel fundamental na fisiologia da videira: (1) como ativador enzimático; (2) no controle sobre a diferença de potencial de membrana, que determina a absorção de vários cátions, ânions e açúcares, (3) e no controle do potencial osmótico, regulando assim as relações hídricas, a turgescência e o crescimento da planta (Conde et al., 2007; Rizzon & Sganzerla, 2007). Além disso, o potássio também atua na translocação de açúcares até os órgãos de reserva, especialmente no final da maturação (Smart et al., 1985).

O potássio é absorvido pelas raízes da solução do solo na forma iônica; das raízes é translocado por fluxo de massa até as membranas externas das células das folhas, sendo armazenado no vacúolo. Quando este nutriente é requerido para o crescimento da videira, ele é transferido para o floema e daí mobilizado para as partes em crescimento tais como brotos, folhas imaturas e frutos. Os sintomas de deficiência de K são geralmente exibidos pela primeira vez nas folhas mais velhas, como resultado do seu abastecimento contínuo para as folhas mais jovens (Blouin & Cruège, 2003).

Durante o amadurecimento é observado um acentuado aumento na concentração de potássio na baga, como resultado da redistribuição de potássio das folhas para bagas. O acúmulo de potássio na baga está relacionado à manutenção de seu turgor. Portanto, quando há reduções na disponibilidade de água e fotoassimilados, aumenta a absorção de potássio para não afetar o crescimento dos frutos.

O aumento da concentração de potássio nas bagas ocorre simultaneamente com uma redução dos valores de acidez titulável devido à degradação dos ácidos orgânicos, especialmente o ácido málico. Assim, há um aumento do pH à medida que a uva vai amadurecendo. O aumento do pH também pode ser atribuído à conversão de ácido tartárico em sais de potássio mono e dibásicos, que aumentam com o decorrer do processo de maturação (Hernandez, 2001).

O ácido tartárico é um ácido mais forte que o ácido málico, portanto, para um mesmo valor de acidez total, a menor razão tartarato: malato pode resultar em pH mais alto. Durante o processo de vinificação, altas

concentrações de K no meio provocam perdas de ácido tartárico pela sua precipitação na forma de sal e, conseqüentemente, diminui as concentrações de ácido tartárico livre. Por isso, altas concentrações de K no vinho acarreta uma menor relação tartarato:malato e aumento do pH do vinho, o que é indesejável para os vinhos finos. Além disso, o pH alto em vinhos os torna mais instáveis e mais suscetíveis à oxidação biológica, além de diminuir a qualidade da cor nos vinhos tintos. Os altos teores de potássio na baga podem, também, prejudicar o transporte do ácido málico do vacúolo para o citoplasma, diminuindo a taxa de degradação deste ácido (Mpelasoka et al. , 2003; Conde et al., 2007).

#### 2.4.4 Cálcio

O cálcio é o terceiro nutriente requerido em maior quantidade pela videira, sendo absorvido durante toda a estação de crescimento e requerido em maiores quantidades no período que antecede o florescimento e durante a maturação do fruto. O padrão de distribuição do  $\text{Ca}^{2+}$  na planta dá-se em favor da parte vegetativa, pois o mesmo é transportado quase que exclusivamente pelo xilema, sendo conduzido principalmente pelo fluxo da transpiração. Menos de 15% da água para enchimento do fruto é proveniente do xilema e, desta forma, o aporte de  $\text{Ca}^{2+}$  para o fruto é muito pequeno (Danner et al., 2009). Em condições de altas concentrações de cálcio disponível no solo é comum aparecerem deficiências de potássio e magnésio em videiras (Donati, 2002).

#### 2.4.5 Magnésio

O papel biológico do  $\text{Mg}^{2+}$  é amplamente conhecido, sendo um elemento importante da molécula de clorofila, agindo como ativador enzimático e na estabilidade dos ribossomos (Iba, 2009). Este íon é muito móvel no floema e pode ser movido de folhas velhas para os órgãos novos ou em expansão, como brotos e cachos. Plantas deficientes em magnésio apresentam lignificação pobre, clorose internerval nas folhas velhas, sendo que as nervuras permanecem verdes. Em cultivares de uvas brancas as manchas cloróticas evoluem até a necrose dos tecidos do limbo. Em cultivares de uvas tintas as manchas to-

mam coloração arroxeadada, evoluindo também até a necrose do tecido (Albuquerque, 2007).

#### 2.4.6 Enxofre

O enxofre atua na formação de substâncias determinantes de qualidade da uva como aminoácidos, óleos, proteínas e desempenha funções de ativação de enzimas proteolíticas, além de possuir um papel importante no processo de acúmulo e transferência de energia. As plantas deficientes em enxofre apresentam desenvolvimento reduzido, sendo que o crescimento da parte aérea parece ser mais afetado do que o das raízes. Os ramos perdem sua elasticidade e se tornam quebradiços e os pecíolos das folhas tornam-se muito finos (Donati, 2002).

Mesmo sendo um elemento essencial à videira, o enxofre é muito pouco estudado nesta cultura, já que a carência deste nutriente é muito difícil de ocorrer, uma vez que a incorporação de fertilizantes químicos e orgânicos ao solo e a utilização de defensivos contendo enxofre, garantem um suprimento adicional desse nutriente para a cultura (Albuquerque, 2007).

#### 2.4.7 Micronutrientes

O boro é absorvido como  $H_3BO_3$  e  $H_2BO_3^-$  e suas funções na planta estão relacionadas com as do cálcio, ou seja, na regulação do funcionamento da membrana e da parede celular, na divisão e aumento das células, bem como no favorecimento da germinação do grão de pólen. Apesar de não ser um constituinte enzimático, o boro atua sobre as reações do tipo oxidativo como catalase, polifenol oxidase, peroxidase, pela ativação da síntese de clorofila e a produção de açúcar.

A deficiência deste nutriente provoca a diminuição dos internódios, a emissão de feminelas, a morte do ápice vegetativo e o envassouramento. Nos cachos florais ocorre aborto excessivo de flores, raleando os cachos. A caliptra não se solta com facilidade por ocasião da florada, permanecendo sobre a baga em desenvolvimento. Pode ocorrer dessecação parcial ou total dos cachos, necrose nas bagas, interna e externamente.

Na videira, em geral, não se verifica a carência de cobre. Entretanto, o excesso deste micronutriente causa clorose das folhas e dos ramos novos (pelo bloqueio do ferro), redução do desenvolvimento do sistema aéreo e radicular, escassa germinação do pólen, resultando em baixa fertilização das flores e uma queda muito grande de bagas. A toxidez de cobre decorre do acúmulo, no solo, de produtos contendo esse elemento, os quais são utilizados principalmente na prevenção de doenças na videira (Albuquerque, 2007).

O zinco atua em vários sistemas enzimáticos, principalmente no respiratório, intervém no metabolismo de açúcares e proteínas, estimula a síntese de auxinas através da produção de triptofano e inibe a polifenol oxidase, reduzindo a decomposição do ácido indolacético. Os sintomas de deficiência deste micronutriente em videira surgem nas folhas novas e variam de acordo com o grau da deficiência e entre variedades. Geralmente os internódios ficam curtos, com folhas pequenas e cloróticas com uma faixa verde ao longo das nervuras principal e secundária, produzem cachos pequenos e falhos e principalmente grãos completamente desuniformes em tamanho e em desenvolvimento (Fogaça, 2005). Em geral a videira está bem suprida de zinco, pois ele é fornecido pelas pulverizações de fungicidas à base de zinco comumente usados na viticultura.

O ferro é indispensável à síntese de clorofila, mesmo que não faça parte da composição da molécula de clorofila propriamente dita. Os solos brasileiros normalmente são bem supridos de ferro, assim, os sintomas de deficiência deste nutriente dificilmente ocorrem.

O manganês catalisa diversas reações enzimáticas e participa de importantes processos metabólicos como a respiração, a fotossíntese e a síntese de clorofila e dos aminoácidos. Ele favorece a frutificação, a translocação de açúcares e a resistência ao frio. Em geral, a videira está bem suprida de manganês, pois ele é fornecido pelas pulverizações com fungicidas a base de Mn.

A principal função do molibdênio está associada com o metabolismo do nitrogênio pela ativação enzimática, principalmente com as enzimas nitrogenases e redução do nitrato. A deficiência deste micronutriente se manifesta nas folhas como clorose, nervuras brancas, deformação e necrose nas mar-

gens, devido ao excesso de nitrato no local. Em videiras, a carência de molibdênio é praticamente inexistente.

Em videiras não é comum aparecer sintomas de deficiência de cloro em função da grande quantidade de cloreto de potássio utilizada para suprir as exigências da cultura em potássio. Contudo, o cloreto é importante em solos com excesso de sais e pode ser absorvido em grandes quantidades pela videira, provocando toxidez, caracterizada por necrose das bordas das folhas (Albuquerque, 2007).

## **2.5 Manejo do vinhedo**

A região da Serra Gaúcha tem condições climáticas desfavoráveis ao cultivo da videira pela alta precipitação e umidade relativa do ar durante seu ciclo vegetativo-produtivo, o que favorece a ocorrência de doenças fúngicas. Com isso, são feitas aplicações frequentes de agrotóxicos para produzir uva em quantidade e qualidade satisfatórias para a comercialização.

Uma alternativa para minimizar a ocorrência de doenças fúngicas é a utilização de cobertura plástica nas linhas de plantio. A cobertura plástica evita o molhamento foliar das videiras pelo orvalho e pela água da chuva reduzindo, dessa forma, a incidência de doenças fúngicas. Esta é uma prática que vem sendo utilizada por muitos viticultores da Serra Gaúcha, principalmente no sistema de cultivo orgânico.

A cobertura plástica somente das linhas de plantio é uma barreira física para a água das chuvas; pode restringir de 20% a 60% a disponibilidade de água para a planta em relação ao cultivo convencional do vinhedo (Chavarria, 2008). Nas entrelinhas, em contrapartida, há maior disponibilidade hídrica desde que não existe uma barreira física e desta forma há uma concentração da água das chuvas nesse espaço (Figura 1, página 23).

A diferença na distribuição e disponibilidade hídrica no solo pode promover alterações na mineralização dos materiais orgânicos depositados na superfície do solo e também da própria matéria orgânica do solo. Isto pode alterar a disponibilidade de nutrientes para a videira e para as plantas espontâneas ou plantas cultivadas junto ao vinhedo. Pode, também, alterar a percolação dos nutrientes no perfil do solo e as perdas por lixiviação e erosão. Neste contexto, espera-se um aumento na concentração de nutrientes na camada

superficial do solo nas linhas de plantio, em relação às entrelinhas e ao sistema de cultivo convencional do vinhedo.

Outro fator que deve ser considerado é a maior produtividade da videira em cultivo protegido: a produtividade da videira no sistema de cultivo orgânico pode ser até 39% maior em relação ao cultivo convencional (Chavarria, 2008). Assim, a quantidade de nutrientes demandados pela videira e exportados pelos frutos é diferente daquela onde o vinhedo é mantido sem cobertura.

A maioria dos vinhedos na Serra Gaúcha é cultivada em solos jovens, naturalmente férteis. É comum encontrar vinhedos com altos teores de MO e muito altos de P, K, Ca e Mg. Entretanto, como o custo com fertilizantes é baixo comparativamente ao custo total de produção da uva, muitos viticultores fazem uma fertilização excessiva nos vinhedos para prevenir a ocorrência de possíveis deficiências. Porém, isto pode provocar problemas de desequilíbrios nutricionais no solo e na planta, com prejuízos na produção e na qualidade da uva. Em cultivo protegido este problema pode ser agravado pelo menor fluxo de água no solo ocorrendo redução das perdas de nutrientes por erosão ou lixiviação, e por consequência ocorrer um acúmulo de nutrientes nas camadas superficiais do solo, o que pode afetar o estado nutricional, a produção e a composição da uva.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Local

O trabalho foi conduzido na Embrapa Uva e Vinho, no município de Bento Gonçalves, RS (Latitude 29° 09' 44" S e Longitude 51° 31' 50" W), região da Serra Gaúcha, nas safras 2008/2009 e 2009/2010. A área experimental foi instalada em um vinhedo em sistema orgânico de produção de uvas, plantado em 2004, com *Vitis labrusca* L., cultivar Niágara Rosada enxertada sob o porta-enxerto Paulsem 1103, na densidade de 3030 plantas por hectare (1,5m x 2,0 m), conduzidas em latada descontínua e com cobertura plástica nas linhas de plantio (Figura 1).



**FIGURA 1.** Niágara Rosada conduzida em sistema latada descontínua sob cobertura plástica. Bento Gonçalves - RS, 2008.

O solo da área experimental é um Neossolo Litólico; amostra de solo, cujos atributos estão descritos na Tabela 1, foi coletada em uma área adjacente a área experimental a fim de representar a condição do solo antes da instalação do experimento. Os valores de precipitação pluviométrica, temperatura média do ar e insolação observados durante a condução do experimento são apresentados no Anexo 1.

**TABELA 1** - Atributos físicos e químicos de amostra do Neossolo coletado na camada 0-20 cm de profundidade em área adjacente ao vinhedo experimental

Atributos	Valor
Argila, g kg <sup>-1</sup> <sup>(1)</sup>	340
Matéria orgânica, g kg <sup>-1</sup> <sup>(2)</sup>	14
pH-H <sub>2</sub> O <sup>(3)</sup>	5,9
Índice SMP <sup>(3)</sup>	6,4
Al trocável, cmolc dm <sup>-3</sup> <sup>(4)</sup>	0,0
Ca trocável, cmolc dm <sup>-3</sup> <sup>(4)</sup>	4,4
P disponível, mg dm <sup>-3</sup> <sup>(5)</sup>	5,3
K disponível, mg dm <sup>-3</sup> <sup>(5)</sup>	52
H+Al, cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	2,7
CTC a pH 7, cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	8,6
Saturação por bases	68

(1) Método da pipeta (Embrapa, 1997); <sup>(2)</sup> método da perda por ignição (Schulte et al., 1987); <sup>(3)</sup> determinado conforme Tedesco et al. (1995); <sup>(4)</sup> extraído por KCl 1 mol l<sup>-1</sup> (Tedesco et al., 1995); <sup>(5)</sup> extraído por saturação de Mehlich-1 (Tedesco et al., 1995).

### 3.2 Tratamentos

Os tratamentos consistiram da aplicação de 0, 9, 18, 36 e 72 litros de composto orgânico por planta, em agosto de 2008 e de 2009. As doses foram aplicadas na superfície do solo no período hibernar da planta e em duas posições no vinhedo, linha e entrelinha de plantio. O composto aplicado na linha de plantio foi distribuído ao redor da planta, em um raio de 0,5 m a partir do tronco. Quando aplicado nas entrelinhas de plantio, foi distribuído em faixas de 80 cm de largura ao longo da subparcela experimental, conforme mostrado na Figura 2. As áreas totais em que o composto foi aplicado nas subparcelas experimentais nas posições da linha e entrelinhas de plantio foram de 4,0 e 5,4 m<sup>2</sup>, respectivamente. O delineamento experimental usado foi em faixas com

parcelas subdivididas, em três blocos, totalizando três repetições. Cada parcela e subparcela foi formada por 12 e 4 plantas, respectivamente, com número igual de ramos produtivos. Nas parcelas foi testado o efeito de doses crescentes de composto (0, 9, 18, 36 e 72). Nas subparcelas foi testado o efeito da posição de aplicação do composto (linha e entrelinha). Antes da implantação do experimento, todas as plantas receberam uma dose anual de um litro de composto orgânico por planta no período hibernar da videira.



**FIGURA 2.** Vista da posição de aplicação do composto orgânico, no vinhedo na linha (1) e na entrelinha (2) de plantio.

### 3.3 O composto orgânico

O composto orgânico foi produzido com resíduos de indústrias vitivinícolas como a borra, o engaço, a casca e a semente da uva. Como estes resíduos tinham relação C/N próxima a 12, considerada baixa para o processo de compostagem, foi adicionada serragem ao material para atingir uma relação C/N de aproximadamente 30. O composto orgânico foi aplicado nos anos de 2008 e 2009 e apresentava características semelhantes às apresentadas na Tabela 2. As quantidades de nutrientes adicionados ao solo pelo composto orgânico, anualmente, são dadas na Tabela 3.

**TABELA 2** – Características do composto orgânico

Composição	Valor
Carbono orgânico, g kg <sup>-1</sup> (1)	220
Nitrogênio total, g kg <sup>-1</sup> (2)	17
Fósforo total, g kg <sup>-1</sup> (3)	2,7
Potássio total, g kg <sup>-1</sup> (3)	26
Cálcio total, g kg <sup>-1</sup> (3)	6,1
Magnésio total, g kg <sup>-1</sup> (3)	1,1
Enxofre total, g kg <sup>-1</sup> (3)	1,5
N-NH <sub>4</sub> <sup>-</sup> , mg kg <sup>-1</sup> (2)	98
N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , mg kg <sup>-1</sup> (2)	3
Cobre total, mg kg <sup>-1</sup> (3)	163
Zinco total, mg kg <sup>-1</sup> (3)	31
Manganês total, mg kg <sup>-1</sup> (3)	170
Sódio total, g kg <sup>-1</sup> (3)	6,1
Ferro total, g kg <sup>-1</sup> (3)	7,1
Boro total, mg kg <sup>-1</sup> (4)	20
Umidade, %	54
Densidade, g cm <sup>3</sup>	0,56
Condutividade elétrica, dS/m <sup>(5)</sup>	0,61
pH <sup>(6)</sup>	9,1
Relação C/N	12,9

(1). Combustão úmida pelo método de Walkey Black; (2) Digestão úmida com H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e misto de digestão (Kjeldahl); (3) digestão úmida nítrico-perclórica/ICP-OES; (4) digestão seca e espectrografia de absorção molecular; (5) condutivimetria e (6) potenciometria.

Durante a condução do experimento foram feitas a três podas verdes. No inverno o solo foi mantido coberto com culturas de cobertura (aveia e ervilhaca). O controle das ervas daninhas foi feito por roçada. Para a prevenção de doenças fúngicas foi feita uma aplicação de calda sulfocálcica no período hibernar da planta.

**TABELA 3** - Quantidades totais de nutrientes aplicadas anualmente na cultivar Niágara Rosada

Teores	Dose de composto, L planta <sup>-1</sup>			
	9	18	36	72
Nitrogênio, g planta <sup>-1</sup>	46,9	93,8	187,7	375,4
Fósforo, g planta <sup>-1</sup>	7,5	14,9	29,8	59,6
Potássio, g planta <sup>-1</sup>	71,8	143,5	287,0	574,1
Cálcio, g planta <sup>-1</sup>	16,8	33,7	67,3	134,7
Magnésio, g planta <sup>-1</sup>	3,0	6,1	12,1	24,3
Enxofre, g planta <sup>-1</sup>	4,1	8,3	16,6	33,1
Sódio, g planta <sup>-1</sup>	16,8	33,7	67,3	134,7
N-NH <sub>4</sub> <sup>-</sup> , mg planta <sup>-1</sup>	270,5	541,0	1081,9	2163,8
N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , mg planta <sup>-1</sup>	8,3	16,6	33,1	66,2
Cobre, mg planta <sup>-1</sup>	449,9	899,8	1799,5	3599,0
Zinco, mg planta <sup>-1</sup>	85,6	171,1	342,2	684,5
Manganês, mg planta <sup>-1</sup>	469,2	938,4	1876,8	3753,6
Boro, mg planta <sup>-1</sup>	55,2	110,4	220,8	441,6
Carbono orgânico, g planta <sup>-1</sup>	11,0	22,0	44,0	88,0

### 3.4 Amostragem e análises de solo e planta

Em novembro de 2009, coletaram-se amostras de solo em todos os tratamentos. A amostragem foi feita nas linhas e entrelinhas das plantas: na linha a coleta foi feita ao redor da planta, a 30 cm do tronco e na entrelinha de plantio na posição mediana da subparcela. Foram coletadas amostras indeformadas de solo, por meio de um tubo de PVC de 12 cm de diâmetro, que após a coleta, foram imediatamente congeladas em freezer, à temperatura de -15°C. Posteriormente, as amostras ainda congeladas foram fracionadas nas profundidades de 0-2,5; 2,5-5; 5-10 e de 10-15 cm e divididas em duas subamostras. Uma parte da amostra permaneceu congelada até o momento das análises e a outra parte foi seca em estufa com ar forçado a 45 C° até peso constante, sendo a seguir moída para as determinações dos teores Ca, Mg e Al trocáveis; P e K disponíveis e pH, conforme metodologia descrita por Tedesco et al. (1995). A matéria orgânica foi determinada pelo método da perda de peso por ignição,

conforme a metodologia descrita em Schulte et al. (1987). Nas amostras que ficaram sob refrigeração, foram determinados o N-total, N-amoniaco e N-nítrico conforme metodologia descrita por Tedesco et al. (1995). A umidade do solo foi determinada pelo método termogravimétrico, conforme Embrapa (1997).

No estágio de mudança de cor das bagas, no mês de janeiro, foram coletadas amostras de folhas inteiras (limbo e pecíolo) opostas ao primeiro cacho do ramo do ano, as quais foram secas em estufa com circulação de ar forçado a 65 °C até atingir a massa constante e moídas para a determinação dos teores totais de N, P, K, Ca e Mg, conforme metodologia descrita em Tedesco et al. (1995).

Na maturação da uva, no mês de fevereiro, foi contado o número de cachos por planta e coletados aleatoriamente cinco cachos por subparcela. A seguir, os cachos foram pesados e mensurados (com paquímetro) seu comprimento e largura (mensurada na parte mais larga do cacho). As bagas coletadas no topo, na parte média e inferior dos cachos, foram mensuradas a largura e determinada a massa de 100 bagas. As bagas de uva reservadas de cada tratamento foram separadas em duas partes: uma parte foi congelada em freezer, à temperatura de -15°C até o momento das análises. As bagas da outra parte foram amassadas manualmente e no mosto foram determinados os sólidos solúveis totais, com refratômetro digital de bancada com o controle de temperatura; o pH, com potenciômetro digital; a acidez total por titulação com NaOH 0,1 mol L<sup>-1</sup> e indicador de azul de bromotimol; o ácido tartárico e o ácido málico por cromatografia líquida de alta eficiência, conforme o procedimento descrito em Brunetto (2008). As bagas de uva da outra parte das amostras que estavam sob refrigeração tiveram suas sementes retiradas e logo após foram trituradas e determinados os teores totais de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio, de acordo com procedimento descrito em Brunetto (2008).

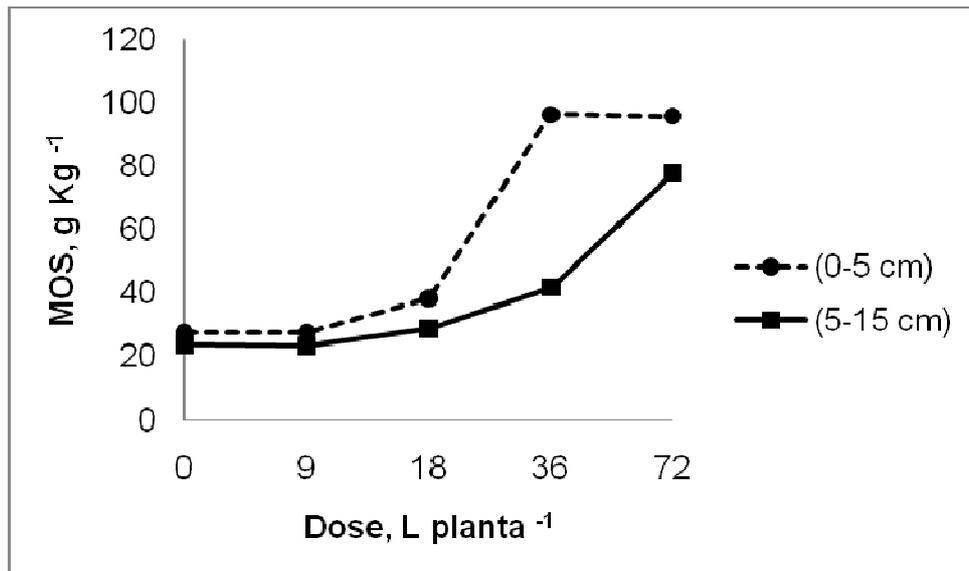
Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e, quando os efeitos foram significativos, foram ajustadas equações de regressão, testando-se os modelos linear e quadrático pelo teste F, escolhendo-se aquele com significância menor que 5 % (p<0,05). O software utilizado para análise estatística foi o ASSISTAT 7,5 beta (2008).

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Atributos do solo**

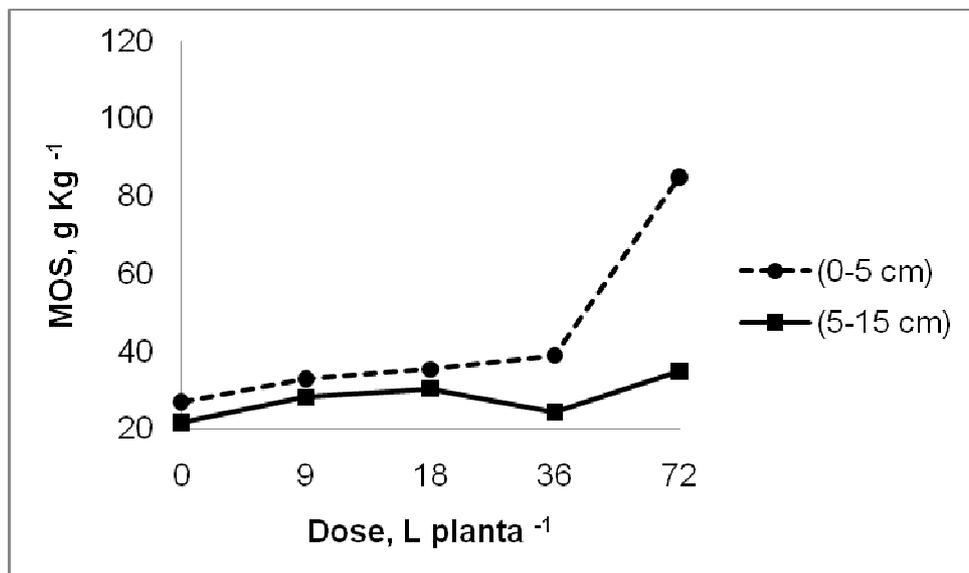
#### **4.1.1 Teor de matéria orgânica**

O composto aplicado nas linhas de plantio aumentou o teor de matéria orgânica no Neossolo tanto na camada superficial de 0-5 cm de profundidade como na camada de 5-15 cm de profundidade (Figura 3). O aumento foi mais acentuado para as doses 36 L e 72 L de composto orgânico por planta, sendo o incremento mais pronunciado na camada superficial de 0-5 cm de profundidade. A aplicação do composto, nas doses de 36L e 72L aumentou o teor de matéria orgânica do Neossolo de 28 g kg<sup>-1</sup> para 96 g kg<sup>-1</sup> na camada de 0-5 cm. Os incrementos foram menores na camada de 5-15 cm de profundidade, alcançando 78 g kg<sup>-1</sup> para a dose de 72L por planta.



**FIGURA 3.** Teor de matéria orgânica (MOS) no Neossolo nas camadas de 0-5 e 5-15 cm de profundidade na posição da linha de plantio no vinhedo.

Quando aplicado nas entrelinhas, o composto orgânico aumentou o teor de matéria orgânica somente para a maior dose (72 L) até a profundidade de 5 cm. Na camada de 5-15 cm as doses de composto orgânico praticamente não alteraram o conteúdo MOS do Neossolo (Figura 4). Para a dose de 72 L o teor de MOS na profundidade de 0-5 cm aumentou de 27 g kg<sup>-1</sup> para 85 g kg<sup>-1</sup>.



**FIGURA 4.** Teor de matéria orgânica (MOS) no Neossolo nas camadas de 0-5 e 5-15 cm de profundidade na posição da entrelinha de plantio no vinhedo.

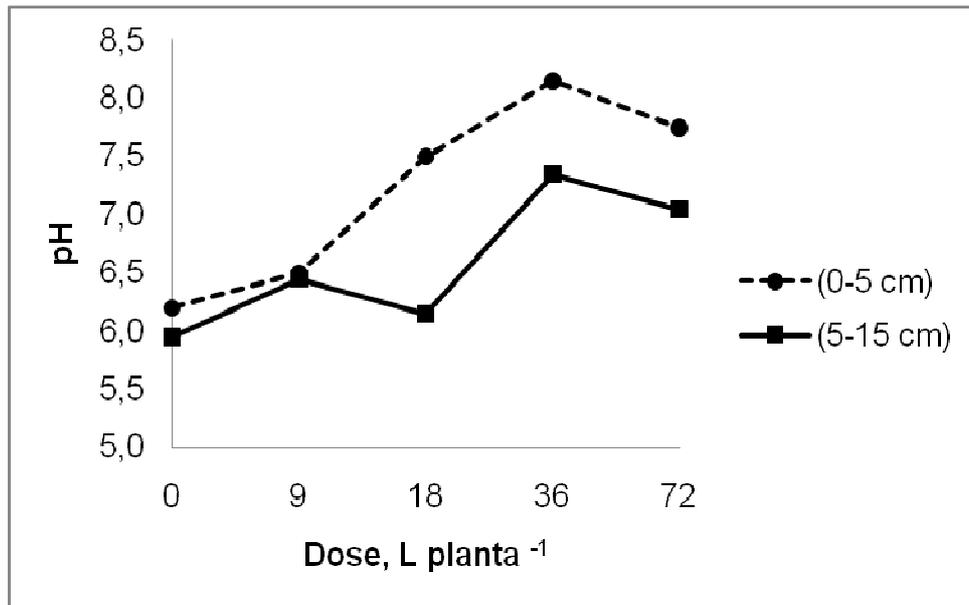
Na entrelinha foi observado um menor aumento no teor da MOS com a aplicação das doses de composto em comparação com a aplicação na linha

de plantio. Isto possivelmente é resultado da maior mineralização da matéria orgânica decorrente da maior umidade do solo na entrelinha. Outro fator que pode ter contribuído para este resultado é que a área onde o composto foi aplicado na entrelinha é maior, resultando em menor quantidade de composto por área de solo, o que proporciona maior superfície de contato com o solo facilitando o ataque microbiano.

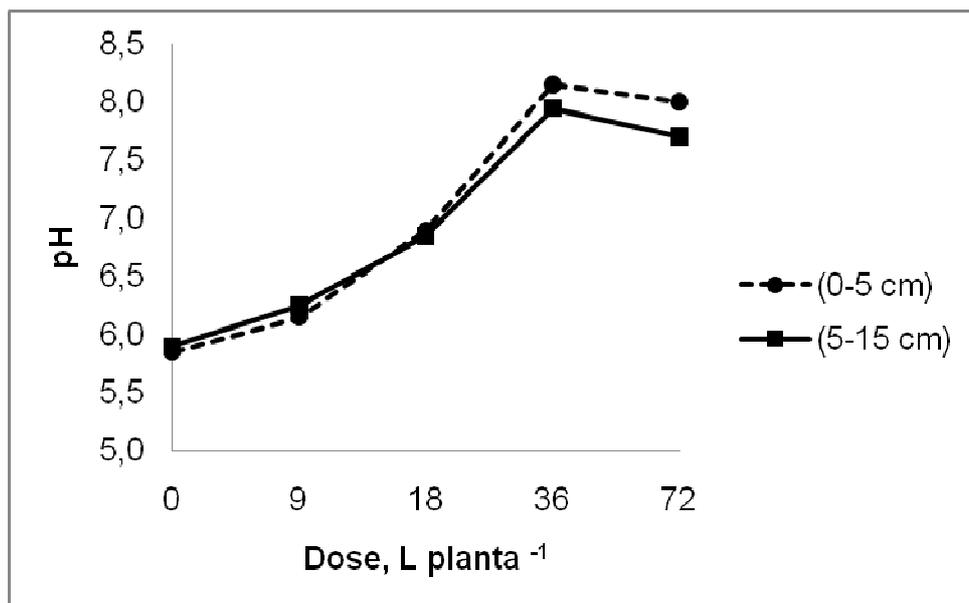
Bernal et al. (1998) verificaram que materiais mais estabilizados ao serem incubados com solo liberam menores quantidades de C-CO<sub>2</sub> do que os mesmos materiais em estádios iniciais de compostagem. Conforme Hsieh et al. (1981), o aumento do teor de matéria orgânica do solo depende das características do resíduo, das quantidades aplicadas e do seu grau de estabilização, isto é, da fração orgânica humificada. Deste modo, a aplicação de altas doses de composto orgânico neste estudo (doses de 36 e 72 L de composto por planta) resultou em aumentos expressivos na MOS mesmo em um curto período de tempo (18 meses após a primeira aplicação), o que pode ser um indicativo do alto grau de estabilização do composto orgânico utilizado.

#### 4.1.2 Valores de pH

O pH aumentou com o incremento das doses de composto aplicados na linha de plantio. Na camada superficial de 0-5 cm de profundidade o pH alcançou o valor de 8,2 para a dose de 36L, registrando-se um pequeno decréscimo para a maior dose (Figura 5). O composto quando aplicado na entrelinha de plantio também aumentou o pH do Neossolo em ambas profundidades (Figura 6). Igualmente, neste caso, o incremento do pH com as doses foi até a dose de 36L por planta, ocorrendo pequeno decréscimo na maior dose aplicada.



**FIGURA 5.** Valores de pH do solo nas camadas de 0-5 e 5-15 cm do Neossolo, na posição da linha de plantio no vinhedo.

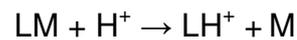


**FIGURA 6.** Valores de pH do solo nas camadas de 0-5 e 5-15 cm do Neossolo, na posição da entrelinha de plantio no vinhedo.

Valores altos de pH como observados neste experimento podem provocar diminuição na disponibilidade de micronutriente como Cu, Zn, Fe, B e Mn. Este efeito é agravado com os altos teores de matéria orgânica no solo que pode formar complexos com estes metais (Abreu et al., 2007). Porém, nas condições de fertilidade desse Neossolo e o teor de micronutrientes no composto utilizado, a possibilidade de ocorrência de deficiência de micronutrientes é baixa.

Uma provável causa para o aumento dos valores de pH do Neossolo com a aplicação do composto orgânico seria a presença de hidróxido de sódio em sua composição. A alta concentração de sódio determinado no composto orgânico utilizado pode ser um indicativo da presença desta substância (Tabela 3). O hidróxido de sódio é comumente utilizado para a lavagem de equipamentos utilizados em indústrias. Assim, as águas e os resíduos alcalinos resultantes deste processo quando utilizados para a elaboração de composto orgânico podem resultar em um material com alto poder de neutralização.

Outra hipótese para o aumento do pH seria que a mineralização do composto orgânico teria aumentado a concentração de ácidos orgânicos de baixo peso molecular no solo. Meda et al. (2001) sugerem que estes ácidos são capazes de aumentar o pH do solo pela capacidade de neutralização de hidrogênio pela seguinte reação:

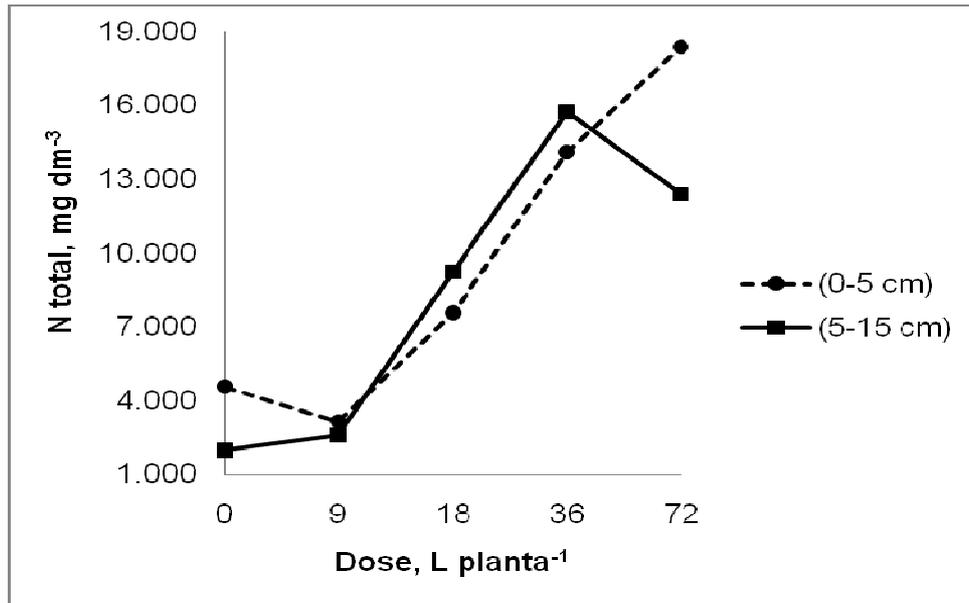


Onde L = ligante orgânico e M = cátion

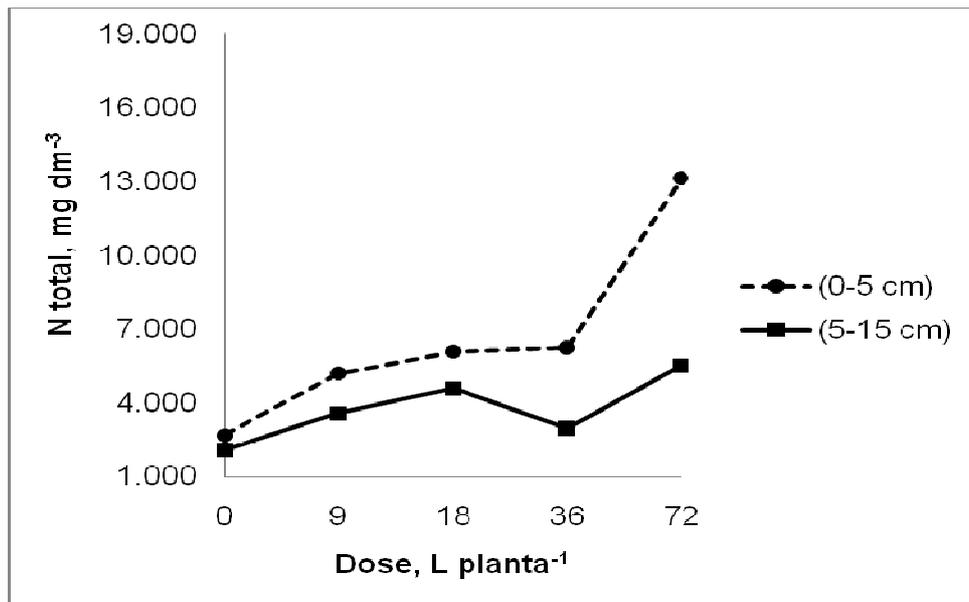
Rukshana et al. (2010) relatam que a adição de citrato de potássio, rico em ânions orgânicos, resultou em aumento do pH do solo com o aumento da taxa de aplicação e com o tempo de incubação do solo devido ao consumo de  $H^+$  por descarboxilação. Yan et al. (1996) mostraram que o aumento do pH foi proporcional à quantidade de  $CO_2$  gerada a partir da decomposição do malato e citrato adicionados ao solo, o que mostra a participação microbiana neste processo.

#### 4.1.3 Nitrogênio total e mineral

A aplicação de doses crescentes de composto orgânico aumentou os teores de N total no solo especialmente na camada de 0-5 cm (Figuras 7 e 8), sendo na entrelinha de plantio o incremento em relação à testemunha de 93%; 126%; 132% e 388%, com a aplicação de 9, 18, 36 e 72 L de composto por planta, respectivamente. Enquanto na linha de plantio, para a mesma camada de solo, o conteúdo de N total no solo aumentou em 65%, 207% e 301% com a aplicação de 18, 36 e 72 L de composto por planta, respectivamente.



**FIGURA 7.** Teor de nitrogênio total no Neossolo nas camadas de 0-5 e 5-15 cm de profundidade, na posição da linha de plantio no vinhedo.



**FIGURA 8.** Teor de nitrogênio total no Neossolo nas camadas de 0-5 e 5-15 cm do Neossolo, na posição da entrelinha de plantio no vinhedo.

Observa-se que os teores de N total obtido na camada mais superficial do solo nas doses de 36 e 72 L encontram-se bem próximos aos teores de N total do composto orgânico. Uma hipótese para este resultado seria o efeito acumulativo de N no solo, visto que a aplicação do composto foi realizada em dois anos consecutivos, sendo que a fração mais estabilizada da matéria orgânica possui uma relação C/N menor que a fração mais facilmente mineralizável o que aumentaria o teor de N total no solo.

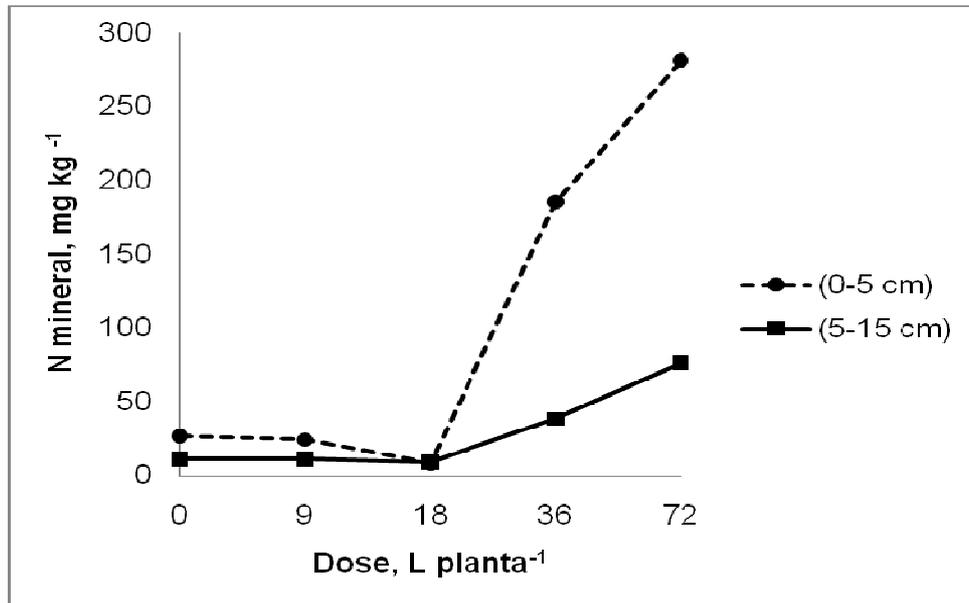
Os dados obtidos neste experimento são similares aos obtidos por Kray (2005) quando aplicou as quantidades cumulativas de 78,21; 117,29; e 234,59 t ha<sup>-1</sup> de composto de lixo contendo em média 8,4 g Kg<sup>-1</sup> de N em um Latossolo Vermelho e observou aumentos de 36,4%; 90,9% e 143,2 % no teor de N total no solo, respectivamente, em relação à testemunha. Resultados semelhantes foram obtidos por Maia & Cantarutti (2004).

Observa-se nas Figuras 7 e 8 que o aumento nos teores de nitrogênio total é mais expressivo nas camadas mais superficiais do solo e na posição da linha de plantio. Isto, possivelmente, é resultado da menor mineralização do composto orgânico e da menor lixiviação do N mineral decorrente da menor umidade do solo na linha de plantio. Outro fator que pode ter contribuído para este resultado é que a área onde o composto foi aplicado na linha é menor, resultando em um maior volume de composto por área de solo, o que pode ter causado redução na taxa de mineralização. Kray (2005) relata que quando grande quantidade de material orgânico é adicionada ao solo, as grandes quantidades de carbono e energia ativam a microbiota do solo, que requer uma alta demanda de oxigênio para o processo oxidativo. Poderia acontecer que o suprimento de oxigênio por difusão é insuficiente para a demanda da microbiota a taxa de mineralização diminui.

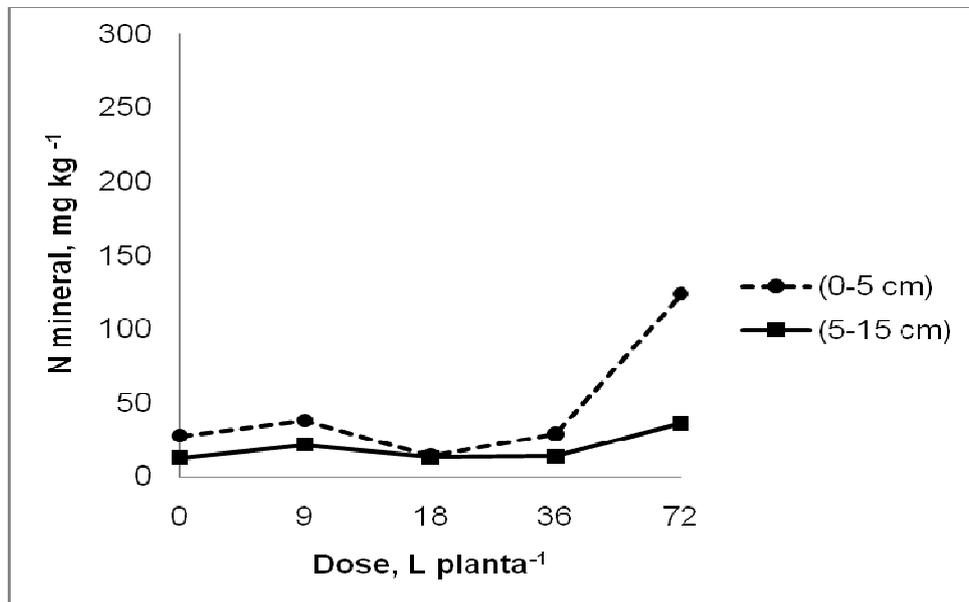
A mineralização do nitrogênio é um processo relativamente lento e depende principalmente das condições de clima e solo e da qualidade bioquímica do material orgânico. Os compostos orgânicos são materiais estabilizados biologicamente e por isso, em geral, são mais lentamente decompostos no solo quando comparados a outros materiais orgânicos como os restos culturais e dejetos de animais (Kray, 2005). Assim, aplicações sucessivas de composto orgânico em vinhedo, até mesmo em pequenas doses, podem provocar acúmulo de nitrogênio orgânico no solo e, com o decorrer do tempo mesmo em baixas taxas de mineralização, podem resultar em altas quantidades de N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> no solo sujeito à lixiviação.

Aos 15 meses após a primeira aplicação e três meses após a segunda aplicação do composto orgânico nas linhas e entrelinhas de plantio, os aumentos no conteúdo de N mineral no Neossolo foram diferentes (Figuras 9 e 10). Quando aplicado na linha de plantio o aumento ocorre até 15 cm de profundidade com a aplicação de 36 e 72 L de composto por planta. Entretanto,

quando aplicado nas entrelinhas o aumento ocorreu até 5 cm de profundidade e somente para a maior dose (72 L).



**FIGURA 9.** Teor de nitrogênio mineral ( $\text{N-NH}_4^+ + \text{N-NO}_3^- + \text{N-NO}_2^-$ ) no Neossolo nas camadas de 0-5 e 5-15 cm de profundidade, na posição da linha de plantio no vinhedo.



**FIGURA 10.** Teor de nitrogênio mineral ( $\text{N-NH}_4^+ + \text{N-NO}_3^- + \text{N-NO}_2^-$ ) no Neossolo nas camadas de 0-5 e 5-15 cm de profundidade, na posição da entrelinha de plantio no vinhedo.

Os aumentos foram de 426% e 770% na camada de 0-15 cm, com a aplicação na linha de plantio de 36 e 72 L de composto por planta, respectivamente. Quando a aplicação do composto foi feita na entrelinha de plantio o

aumento no conteúdo de N mineral na camada de 0-5 cm foi de 342% para a dose 72 L de composto por planta.

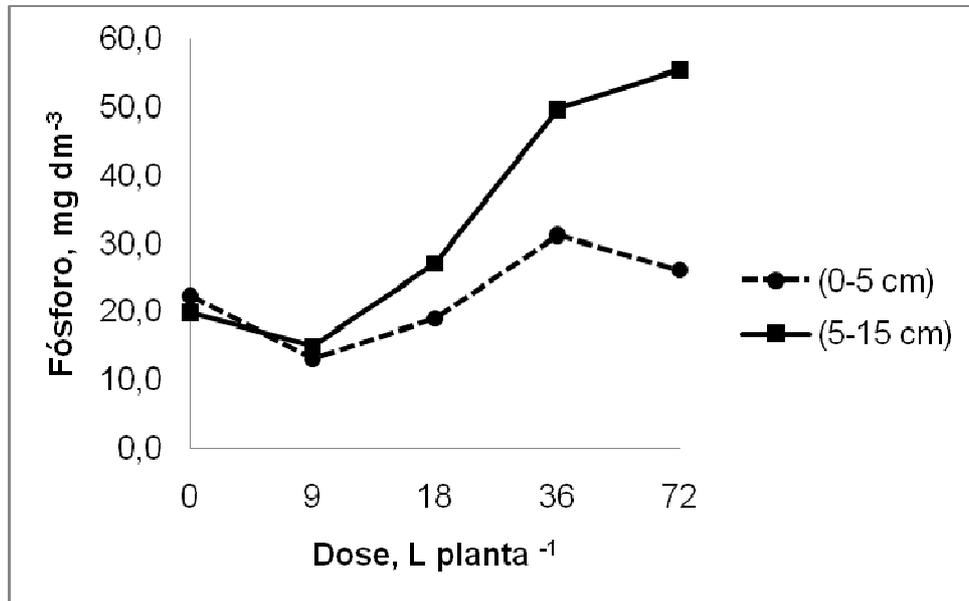
Como pode ser observada nas Figuras 9 e 10, a aplicação das doses de composto na linha de plantio provocou maiores aumentos no conteúdo de N mineral no solo quando comparada a aplicação na entrelinha. Isto possivelmente é resultado da menor lixiviação do N devido ao menor fluxo de água no solo neste local. Outro fator que pode ter contribuído para este resultado é que a área onde o composto foi aplicado na linha é menor, havendo um maior volume de composto por volume de solo quando comparado à entrelinha de plantio.

Um dos maiores problemas da aplicação de doses maiores que 36 L de composto orgânico por planta em vinhedo cultivado em Neossolo Litólico talvez seja o acúmulo de nitrogênio total e mineral ao longo do perfil do solo o qual pode provocar perdas excessivas de N por escoamento superficial ou lixiviação de nitrato, consistindo em um grave problema ambiental e de saúde pública quando atinge as águas superficiais e subterrâneas. O consumo de águas com teores de  $\text{NO}_3^-$  maiores que  $10 \text{ mg L}^{-1}$  pode ocasionar problemas de saúde em humanos como a metahemoglobinemia, também conhecida como síndrome do bebê azul, que ocorre especialmente em crianças menores que três anos de idade. Já o enriquecimento excessivo das águas superficiais com nitrato pode levar à eutrofização dos mananciais (Resende, 2002).

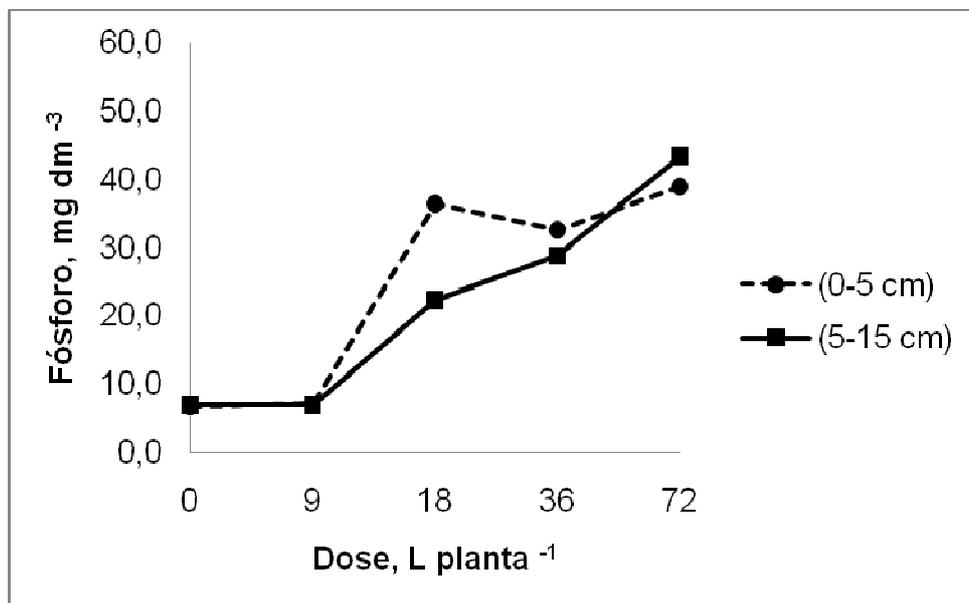
#### 4.1.4 Fósforo e potássio disponíveis

Em geral, os teores de fósforo no Neossolo Litólico se enquadram na faixa de interpretação alta a muito alta, inclusive no tratamento testemunha (CQFS-RS/SC, 2004). Os teores de fósforo extraído pelo método Mehlich-1 apresentaram incrementos expressivos com a aplicação do composto orgânico, inclusive nas camadas mais profundas do solo. Este resultado deve-se a migração do fósforo oriundo da mineralização do composto orgânico das camadas mais superficiais do solo (Figuras 11 e 12), concordando com os dados obtidos por Trindade et al. (1996), que observaram aumento linear nos teores de P disponível no solo após a aplicação de 10, 20, 40 e  $60 \text{ t ha}^{-1}$  de composto de lixo num Latossolo Vermelho Amarelo. Outro fator que pode ter contribuído para este resultado é a capacidade do solo adsorver os ácidos orgânicos com grande energia, os quais ocupam os sítios de adsorção de fosfato aumentando

a disponibilidade deste elemento no solo (Andrade et al., 2003; Pavinato & Rosolem, 2008).



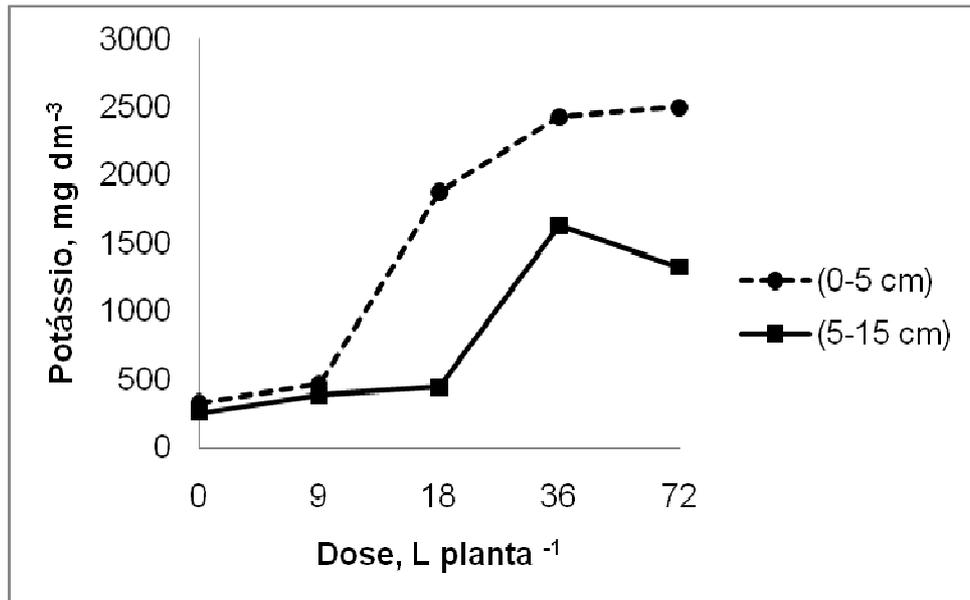
**FIGURA 11.** Teores de fósforo disponível (Mehlich-1) no solo nas camadas de 0-5 e 5-15 cm do Neossolo, na posição da linha de plantio no vinhedo.



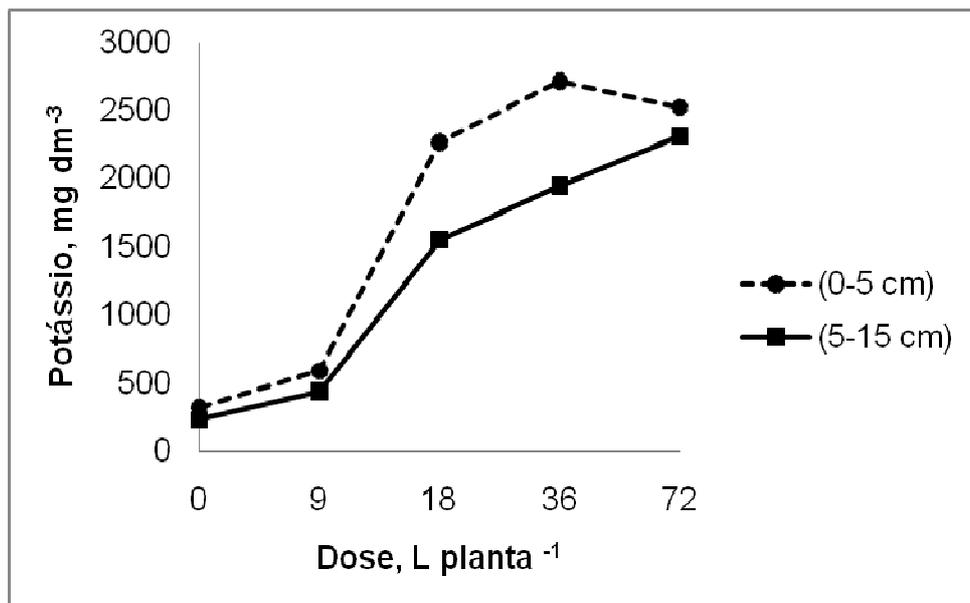
**FIGURA 12.** Teores de fósforo disponível (Mehlich-1) no solo nas camadas de 0-5 e 5-15 cm do Neossolo, na posição da entrelinha de plantio no vinhedo.

Os teores de potássio disponíveis no solo aumentaram expressivamente com a aplicação do composto orgânico inclusive nas camadas mais profundas do solo (Figuras 13 e 14). Este fato pode ser atribuído às grandes quantidades de K adicionadas ao solo pelo composto que foram de 1,5 a 12,5 vezes

maiores que a dose de K recomendada para a cultura da videira, quando os teores de K nas folhas completas estiverem abaixo do normal e a expectativa de produção for maior que 25 toneladas por hectare, conforme a CQFS-RS/SC (2004). Outro fator que pode ter contribuído para este resultado é que o K não forma compostos orgânicos em resíduos de origem orgânica, ficando na forma solúvel e por ser um nutriente com mobilidade relativamente alta no solo.



**FIGURA 13.** Teores de potássio disponível no solo nas camadas de 0-5 e 5-15 cm do Neossolo, na posição da linha de plantio no vinhedo.

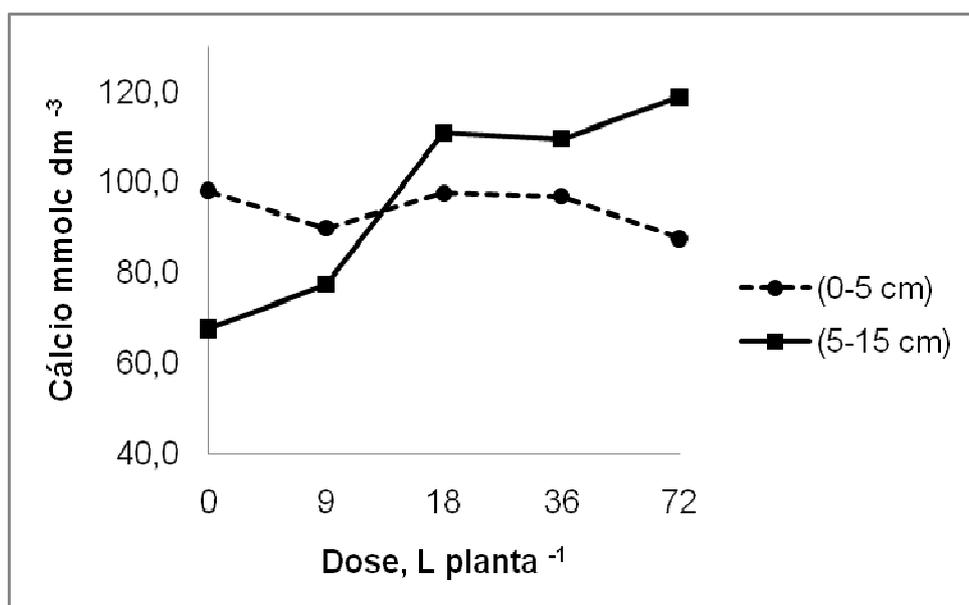


**FIGURA 14.** Teores de potássio disponível no solo nas camadas de 0-5 e 5-15 cm do Neossolo, na posição da entrelinha de plantio no vinhedo.

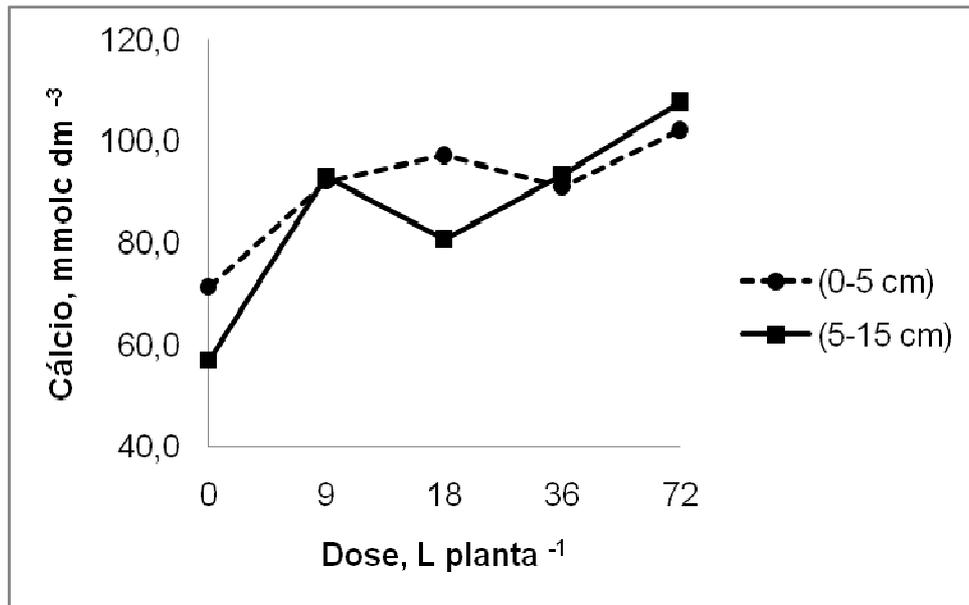
Observa-se que o aumento do K disponível na camada de 5-15 cm foi de até 413% e 616% na linha e na entrelinha de plantio, respectivamente, atingindo valores extremamente altos de potássio disponível no solo, uma vez que para esta condição de solo, os teores de K maiores que  $120 \text{ mg dm}^{-3}$  na camada de 0-20 cm são considerados muito altos (CQFS-RS/SC, 2004). A aplicação localizada de altas doses de composto orgânico contendo alto teor de K podem provocar problemas de desbalanço de nutrientes no solo e na planta (Castro & Meneghelli, 1989). O desequilíbrio nutricional entre K, Ca e Mg em videira pode causar uma doença chamada “dessecamento da ráquis”, causada pela maior absorção de K em detrimento do Ca e do Mg (Fráguas, 1996).

#### 4.1.5 Cálcio e magnésio trocáveis

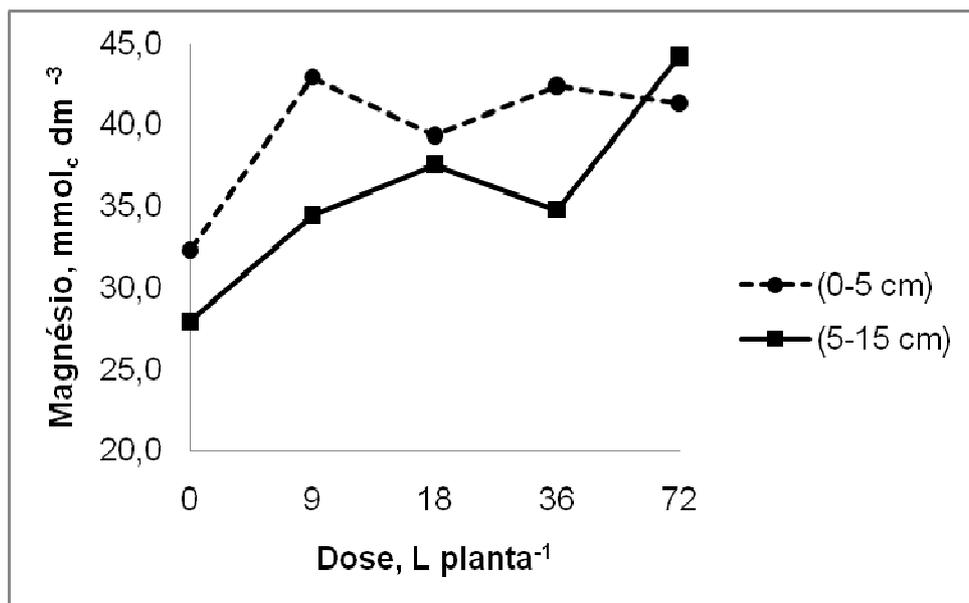
Os teores de cálcio e magnésio trocáveis no Neossolo se enquadram na faixa de interpretação alto (CQFS-RS/SC, 2004). A aplicação de composto orgânico tendeu a aumentar os teores de Ca e Mg trocáveis no solo até a profundidade de 15 cm, por outro lado, os teores de cálcio trocável na camada de 0-5 cm, na posição da linha de plantio, praticamente não foi alterado (Figuras 15, 16, 17 e 18).



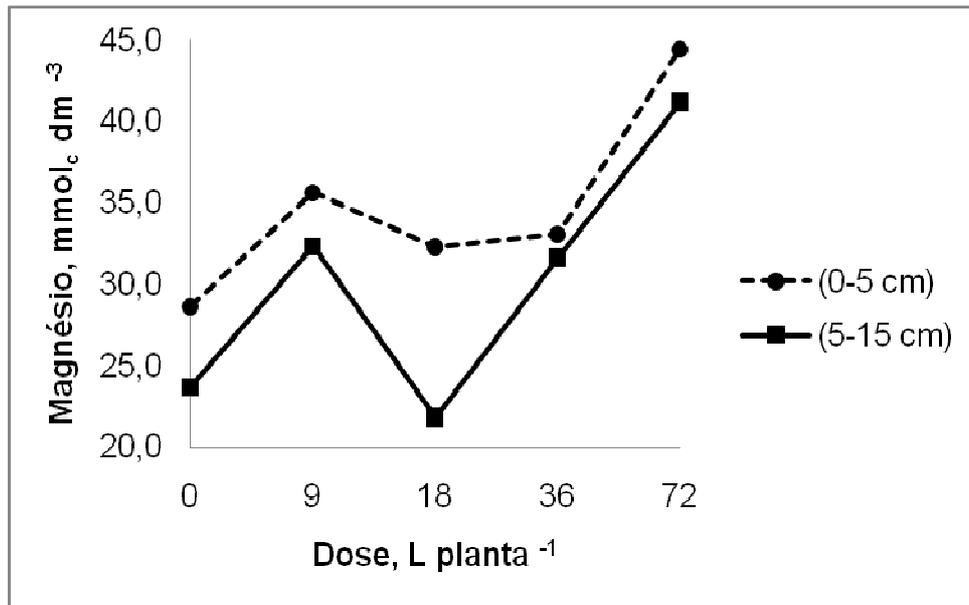
**FIGURA 15.** Teores de cálcio trocável no solo nas camadas de 0-5 e 5-15 cm do Neossolo, na posição da linha de plantio no vinhedo.



**FIGURA 16.** Teores de cálcio trocável no solo nas camadas de 0-5 e 5-15 cm do Neossolo, na posição da entrelinha de plantio no vinhedo.



**FIGURA 17.** Teores de magnésio trocável no solo nas camadas de 0-5 e 5-15 cm do Neossolo, na posição da linha de plantio no vinhedo.



**FIGURA 18.** Teores de magnésio trocável no solo nas camadas de 0-5 e 5-15 cm do Neossolo, na posição da entrelinha de plantio no vinhedo.

Os incrementos nos teores de Ca e Mg no solo são relativamente pequenos e podem ser justificados pela baixa concentração de Ca e Mg no composto (Tabela 2). Porém, observa-se aumento nos teores de Ca em profundidade, em especial quando são aplicadas as doses mais altas de composto. A aplicação de 72 L de composto por planta propiciou incrementos, na camada de 5-15cm, de 75% e 89% na linha e entrelinha de plantio, respectivamente, evidenciando a migração do Ca das camadas superiores do solo.

Como comentado anteriormente, a aplicação de composto propiciou em grande incremento nos teores de K no solo o qual, por efeito de massa, pode ter deslocado os íons Ca dos sítios de troca para a solução do solo, causando migração destes íons nas camadas mais profundas do solo. Outro fator que pode ter contribuído para este resultado é a participação de ácidos orgânicos de baixa massa molecular, como o ácido málico, na lixiviação de Ca e de Mg, conforme observado por Gebrim et al. (2008).

#### 4.2 Teores de nutrientes nas folhas completas

Os teores totais de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio nas folhas completas não apresentaram interação entre as doses de composto orgânico e a posição de aplicação. Também não foi observado o efeito simples para doses, com exceção para o cálcio que aumentou de forma quadrática com a aplicação das doses crescentes de composto, o que pode ser expli-

cado pelo aumento nos teores de cálcio trocável no solo, como discutido anteriormente (Tabela 4).

**TABELA 4** - Teores totais de cálcio, magnésio, fósforo, potássio e nitrogênio nas folhas completas de videiras da cultivar Niágara Rosada adubadas com o composto orgânico na linha e na entrelinha, e sob cobertura plástica nas linhas de plantio, referentes à safra 2009/2010

Nutriente	Posição do adubo	Dose de composto, L planta <sup>-1</sup>					CV%
		0	9	18	36	72	
Cálcio (g kg <sup>-1</sup> )**	Linha	18,9	18,2	21,9	22,3	21,0	4,92
	Entrelinha	19,3	20,5	21,5	23,6	21,6	8,02
Magnésio (g kg <sup>-1</sup> )	Linha	2,3	2,7	2,3	2,4	2,1	11,96
	Entrelinha	2,2	2,2	2,3	2,0	2,3	9,47
Fósforo (g kg <sup>-1</sup> )	Linha	1,9	1,9	2,0	1,8	2,0	8,02
	Entrelinha	1,8	1,8	1,9	1,9	2,0	10,17
Potássio (g kg <sup>-1</sup> )	Linha	8,8	7,6	10,1	9,4	9,3	16,29
	Entrelinha	8,2	7,9	9,4	8,0	9,9	13,53
Nitrogênio (g kg <sup>-1</sup> )	Linha	26,3	26,1	28,2	26,9	27,1	6,39
	Entrelinha	26,3	28,6	26,4	29,4	27,3	6,03

A interação entre dose e modo de aplicação, linha e entrelinha não foi significativa, pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro; \*\* significativo 1% de probabilidade de erro pelo teste F para efeito de dose. <sup>(1)</sup>  $y = 1,858 + 0,0199x - 0,0002x^2$  ( $R^2 = 0,91$ ).

Conradie & Saayman (1989), aplicando doses crescentes de N, P e K em videiras da cultivar “Chenin Blanc” observaram aumento destes nutrientes na folha. Os teores totais de cálcio (16-24 g kg<sup>-1</sup>) magnésio (2-6 g kg<sup>-1</sup>), fósforo (12-40 g kg<sup>-1</sup>) e potássio (8-16 g kg<sup>-1</sup>) nas folhas completas coletadas na mudança da cor das bagas na safra de 2009/2010, em todos os tratamentos avaliados, se enquadraram na faixa considerada normal. Por outro lado, os teores totais de N foram considerados maiores que o normal (>24 g kg<sup>-1</sup>) inclusive no tratamento testemunha (CQFS-RS/SC, 2004).

É oportuno relatar que os teores de Mg nas folhas completas, embora se enquadrem na faixa normal, situam-se no limite inferior desta faixa. Iba (2009) relata que adubações com grande quantidade de K podem induzir deficiência de Mg na videira devido ao antagonismo entre estes dois nutrientes.

### 4.3 Produção de uvas e componentes de rendimento

Os resultados de produção por planta e por hectare não apresentaram interação entre as doses de composto orgânico e a posição de aplicação, tampouco os componentes do rendimento, como, o peso, a largura e o comprimento do cacho, o peso de 100 bagas e sua largura e o número de cachos por planta, nas safras 2008/2009 e 2009/2010 (Tabelas 5 e 6).

**TABELA 5** - Comprimento e peso de cachos, número de cachos por planta, produção por planta e por hectare, SST no mosto de uva de videiras da cultivar Niágara Rosada adubado com o composto orgânico na linha e na entrelinha, sob cobertura plástica nas linhas de plantio, referentes à safra 2008/2009

Variável	Posição do adubo	Dose de composto, L planta <sup>-1</sup>					CV%
		0	9	18	36	72	
Comprimento do cacho (cm)	Linha	14	16	15	14	14	-
	Entrelinha	15	13	15	15	14	-
Peso de cacho (g)	Linha	350	360	350	340	300	-
	Entrelinha	400	360	360	380	330	-
Nº cachos por planta <sup>-1</sup> * <sup>(1)</sup>	Linha	32	24	27	30	14	20,8
	Entrelinha	28	29	26	29	27	18,9
Produção por planta <sup>-1</sup> (Kg) ** <sup>(2)</sup>	Linha	11,1	8,8	9,5	10,2	4,3	22,0
	Entrelinha	11,0	10,5	9,5	11,1	8,8	19,1
Produção (Mg ha <sup>-1</sup> ) ** <sup>(2)</sup>	Linha	33,6	26,7	28,8	30,9	13,0	22,0
	Entrelinha	33,3	31,8	28,8	33,6	26,7	19,1
SST (° BRIX)	Linha	16,1	16,7	15,8	15,3	16,7	-
	Entrelinha	15,5	16,5	15,8	15,8	15,3	-

A interação entre dose e modo de aplicação, linha e entrelinha não foi significativa, pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro. \* e \*\* significativo a 5 e 1% de probabilidade de erro pelo teste F para efeito de dose. <sup>(1)</sup>  $y = 28,431 + 0,0326x - 0,0018x^2$  ( $R^2 = 0,79$ ); <sup>(2)</sup>  $y = 10,306 + 0,0144x - 0,0009x^2$  ( $R^2 = 0,78$ ).

**TABELA 6** - Comprimento e largura de cachos, largura de bagas e massa de 100 bagas, peso de cachos, número de cachos por planta, produção por planta e por hectare em videiras da cultivar Niágara Rosada adubada com o composto orgânico na linha e na entrelinha, sob cobertura plástica nas linhas de plantio, referentes à safra 2009/2010

Variável	Posição do adubo	Dose de composto, L planta <sup>-1</sup>					CV%
		0	9	18	36	72	
Rendimento e seus componentes							
Comprimento do cacho (cm)	Linha	16,5	15,5	16,6	15,8	16,7	7,57
	Entrelinha	15,0	16,4	16,3	17,2	15,9	7,69
Largura do cacho (cm)	Linha	7,4	7,3	7,3	7,0	7,6	7,63
	Entrelinha	6,9	6,8	7,0	7,4	7,7	8,76
Largura das bagas (cm)	Linha	1,79	1,84	1,79	1,82	1,82	2,88
	Entrelinha	1,76	1,80	1,82	1,79	1,82	2,82
Peso de 100 bagas (g)	Linha	435,7	482,6	488,4	458,5	516,6	6,08
	Entrelinha	457,2	464,2	480,1	462,0	486,5	4,21
Peso de cacho (g)	Linha	486,0	408,7	402,7	350,3	440,7	11,10
	Entrelinha	422,7	389,3	380,7	442,7	384,9	12,39
Número de Cachos	Linha	42	31	31	33	30	25,50
	Entrelinha	38	45	36	40	33	30,98
Produção por planta (kg)	Linha	20,41	12,64	12,53	11,56	13,01	29,10
	Entrelinha	16,00	17,50	13,73	17,49	12,87	37,61
Produção (Mg ha <sup>-1</sup> )	Linha	61,84	38,30	37,96	35,03	39,40	29,10
	Entrelinha	48,48	53,02	41,60	52,99	39,00	37,61

A interação entre dose e modo de aplicação, linha e entrelinha não foi significativa, pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

Na safra 2008/2009, referente ao primeiro ano de avaliação, observa-se uma diminuição significativa no número de cachos na produção por planta e por hectare com a aplicação das doses crescentes de composto orgânico, concordando com os dados obtidos na safra 2009/2010. Uma hipótese para este resultado seria a salinização do solo e aumento do pH pela aplicação do composto orgânico.

No segundo ano de avaliação observa-se a tendência de aumento no peso de 100 bagas, porém o número de cachos, o peso médio do cacho e a produção por planta e por hectare tenderam a diminuir em relação à testemunha, especialmente quando o composto foi aplicado na linha de plantio,

embora não haver diferença estatística. Uma hipótese para este resultado seria a alta disponibilidade de N no solo que resultaria em aumento no vigor da planta. Já que o vigor excessivo modifica as relações fonte-dreno na planta causando uma limitação no suprimento de carboidratos o que resulta em diminuição na relação C/N da planta e, além disso, diminui a incidência de raios solares no interior da videira. Estes fatores podem conduzir a uma redução na fertilidade das gemas, acarretando em diminuição do número de cachos (Duchêne et al., 2001; Botelho et al., 2004). Além disso, o sombreamento excessivo do cacho favorece o aparecimento de doenças que diminuem o número de flores fecundas, resultando em menor número de bagas por cacho e, como consequência, menor peso do cacho (Brunetto, 2008). Por outro lado, cachos com menor número de bagas são mais bem nutridos, resultando em bagas maiores e mais pesadas, o que explicaria o maior peso de 100 bagas com a aplicação do composto. Brunetto et al. (2008) observaram que a aplicação de doses crescentes de N em videiras da cultivar “Couderc 13” cultivadas em um Cambissolo com  $11 \text{ g kg}^{-1}$  de MOS proporcionou aumento na massa de 100 bagas.

Os outros componentes de rendimento como a largura e o comprimento do cacho e a largura das bagas não foram afetadas com a aplicação das doses crescentes do composto, concordando com os dados obtidos por Brunetto et al. (2007). Os resultados obtidos neste estudo na safra 2009/2010 referentes aos valores médios de comprimento e largura do cacho, largura das bagas e peso do cacho foram 35%; 6%, 23% e 81%, respectivamente, maiores que os valores obtidos por Tecchio et al. (2007) para a mesma cultivar em vinhedos comerciais (a céu aberto) localizados nos municípios de Jundiá e Louveira-SP,

Como pode ser observado nas Tabelas 5 e 6, a produtividade no segundo ano de avaliação foi em média de 56% maior quando comparado ao primeiro ano. Isto pode ser devido a pouca idade das plantas, três anos no primeiro ano de avaliação, as quais provavelmente não estavam com a carga de gemas estabilizada, nem suas reservas internas de nutrientes. Este fato, aliado à alta intensidade de chuvas ocorridas durante a condução do experimento, podem explicar, em parte, o grande coeficiente de variação determinado neste experimento e a falta de resposta da videira à aplicação do composto orgânico.

A falta de resposta da videira à adubação é frequentemente relatada na literatura. Pacheco et al. (1997) quando estudaram o efeito da aplicação de quatro doses de N (0, 30, 60 e 90 Kg de N ha<sup>-1</sup>), P (0, 25, 50 e 75 Kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>) e K (0, 60, 120 e 180 Kg de K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>) em vinhedo da cultivar Loureiro cultivado em um Cambissolo Húmico com 11,5g Kg<sup>-1</sup> de MOS, não encontraram resposta em rendimento de uvas. Delgado et al. (2004) quando avaliaram a aplicação combinada de 0, 50 e 200g de N e de 0, 60 e 120g de K<sub>2</sub>O por planta em videiras da cultivar “Tempranillo” cultivada em um solo arenoso com 1,7g kg<sup>-1</sup> de MOS, não verificaram efeito sobre a produção de uvas. Poni et al. (2003) não observaram alteração na produção de uvas com a adubação potássica em videiras da cultivar “Cabernet Sauvignon” cultivadas em vaso. Ahalwat et al. (1988) também não observaram efeito de doses crescentes de potássio no rendimento de uvas da cultivar “Perlette”. Brunetto et al. (2007) não obtiveram resposta em rendimento da uva em videiras da cultivar “Cabernet Sauvignon” cultivadas em um Argissolo vermelho com 63g kg<sup>-1</sup> de MOS e com a aplicação de 0, 15, 30, 45, 60 e 85 kg de N ha<sup>-1</sup>. Em outro estudo, os mesmos autores obtiveram resultado semelhante quando aplicaram 0, 30, 60 e 90 kg de N ha<sup>-1</sup> em videiras da cultivar “Couderc 13” cultivada em um Cambissolo com 11 g kg<sup>-1</sup> de MOS (Brunetto et al., 2007).

A ausência de maior produção de uvas com a aplicação de composto neste experimento pode ser atribuído às condições climáticas de alta umidade e temperatura do solo. Estes fatores podem ter favorecido a mineralização da matéria orgânica do solo e a decomposição de resíduos vegetais depositados na superfície, como aqueles derivados de plantas de cobertura e os provenientes de folhas senescentes, bem como os ramos podados, que podem ter aumentado a disponibilidade de nutrientes no solo. Deve ser considerado também que solos pouco intemperizados como o utilizado neste experimento possuem, em geral, alta capacidade de suprimento de nutrientes. Além disso, as reservas internas nos órgãos perenes da planta constituem uma importante fonte de nutrientes para suprir a demanda da planta quando o solo não for capaz de fornecê-los. Pode-se, portanto, inferir que a contribuição de nutrientes nativos do solo e as reservas internas foram suficientes para suprir a demanda da videira.

#### 4.4 Composição do mosto

Os valores de pH, acidez total, sólidos solúveis totais, ácido málico e tartárico do mosto não apresentaram interação entre as doses de composto orgânico e a posição da aplicação (Tabela 7).

**TABELA 7** - pH, acidez total, sólidos solúveis totais, ácido málico e tartárico no mosto de uva de videiras da cultivar Niágara Rosada adubadas com o composto orgânico na linha e entrelinha, sob cobertura plástica nas linhas de plantio, referentes à safra 2009/2010

Variável	Posição do adubo	Dose de composto, L planta <sup>-1</sup>					CV%
		0	9	18	36	72	
Composição do mosto da uva							
pH	Linha	3,3	3,4	3,4	3,4	3,5	2,08
	Entrelinha	3,4	3,3	3,3	3,3	3,3	1,35
Acidez total (meq L <sup>-1</sup> )	Linha	48,55	52,28	51,62	61,06	53,92	10,75
	Entrelinha	46,45	56,93	52,54	59,03	57,45	10,53
SST (° BRIX)	Linha	14,5	15,3	14,3	14,9	15,6	5,36
	Entrelinha	15,3	14,3	14,7	14,3	14,5	5,63
Ácido málico (g L <sup>-1</sup> )	Linha	1,5	1,8	1,6	1,6	1,6	18,72
	Entrelinha	1,5	1,8	1,6	1,9	1,7	14,44
Ácido tartárico (g L <sup>-1</sup> )	Linha	3,5	3,8	3,9	3,7	4,4	14,80
	Entrelinha	3,6	3,9	3,6	3,8	4,0	10,22

A interação entre dose e modo de aplicação, linha e entrelinha não foi significativa, pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

A aplicação de composto orgânico tendeu a aumentar as concentrações dos ácidos tartárico e málico e a acidez total no mosto, embora sem diferença estatística, o que está de acordo com os dados encontrados por Keller et al. (1999 e 2001) e Brunetto et al. (2009) quando estudaram o efeito da adubação nitrogenada nesses componentes. Estes autores atribuíram este resultado ao aumento no crescimento vegetativo da parte aérea das videiras que aumenta o sombreamento dos cachos no interior das plantas, retardando a maturação da uva e a degradação de ácidos orgânicos na baga. Pacheco et al. (1997) testando quatro níveis crescentes de N, P e K em videiras da cultivar "Loureiro" observaram aumento nos teores de ácido málico e tartárico com a aplicação dos níveis mais altos de N, enquanto que a adubação potássica reduziu a acidez total no mosto, concordando com os valores determinados

por Delgado et al. (2004), sendo que estes autores atribuem este resultado ao acúmulo excessivo de  $K^+$  no fruto, que produz bitartarato de potássio a partir ácido tartárico.

Os valores de SST não foram afetados pela adubação com composto orgânico concordando com os dados obtidos por Brunetto et al. (2007) ao aplicar doses crescentes de N e com Delgado et al. (2004), que avaliaram o efeito da adubação potássica. Spayd et al. (1994) e Delgado et al. (2004) verificaram diminuição nos teores de SST com o aumento da dose de N e atribuíram este resultado ao efeito revigorante do N na planta que estimula o seu crescimento vegetativo, em detrimento do acúmulo de açúcar nas bagas de uva durante a maturação. Por outro lado, alguns autores relatam o efeito positivo da adubação nitrogenada sobre os valores de SST (Pacheco et al., 1997; Keller et al., 2001 e Brunetto et al., 2009). Também é relatado na literatura o efeito positivo da adubação potássica sobre os valores de SST (Ahalwat et al., 1988 e Dal Bo, 1993).

As uvas colhidas neste experimento apresentaram em todos os tratamentos teores de SST no mosto maiores que  $14^\circ$  Brix, valor utilizado como referência de qualidade para a comercialização da uva (Terra et al., 1998).

Os valores de pH no mosto também não foram afetados pela aplicação de composto orgânico. Os relatos na literatura são contraditórios sobre o efeito da adubação nitrogenada nos valores de pH. Brunetto et al. (2007; 2009) observaram aumento nos valores de pH, enquanto que Keller et al. (2001) e Pacheco et al. (1997) observaram decréscimos. Por outro lado vários estudos sobre o efeito da adubação potássica sobre os valores de pH apontam para um efeito positivo (Dal Bo, 1993; Brancadoro et al., 1994 e Delgado et al., 2004).

#### **4.5 Teores totais de nutrientes nas bagas de uva**

Os teores totais de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio na baga não apresentaram interação entre as doses de composto orgânico e a posição da aplicação (Tabela 8).

**TABELA 8** - Teores totais de cálcio, magnésio, fósforo, potássio e nitrogênio nas bagas de videiras da cultivar Niágara Rosada adubadas com o composto orgânico na linha e entrelinha, e sob cobertura plástica nas linhas de plantio, referentes à safra 2009/2010

Nutriente	Posição do adubo	Dose, L planta <sup>-1</sup>					CV%
		0	9	18	36	72	
Nitrogênio (mg kg <sup>-1</sup> ) * <sup>(1)</sup>	Linha	714	710	730	741	807	8,28
	Entrelinha	591	652	761	724	780	8,22
Fósforo (mg kg <sup>-1</sup> ) <sup>ns</sup>	Linha	117	123	114	121	145	12,52
	Entrelinha	111	114	119	118	129	12,19
Potássio (g kg <sup>-1</sup> ) <sup>ns</sup>	Linha	2,41	2,43	2,67	2,48	2,73	6,89
	Entrelinha	2,32	2,20	2,69	2,43	2,51	8,51
Cálcio (mg kg <sup>-1</sup> ) <sup>ns</sup>	Linha	86	77	84	82	72	10,45
	Entrelinha	89	77	83	77	84	6,21
Magnésio (mg kg <sup>-1</sup> ) ** <sup>(2)</sup>	Linha	67	72	63	63	62	2,77
	Entrelinha	71	63	65	60	65	4,86

A interação entre dose e modo de aplicação, linha e entrelinha não foi significativa, pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro. <sup>ns</sup>, \* e \*\* = não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade de erro pelo teste F para efeito de dose. <sup>(1)</sup>  $y = 659,58 + 3,3879x - 0,0228x^2$  ( $R^2=0,87$ ) e <sup>(2)</sup>  $y = 69,493 - 0,3539x + 0,038x^2$  ( $R^2=0,98$ ).

A aplicação de doses crescentes de composto orgânico propiciou aumento significativo nos teores totais de N e diminuição nos teores de Mg nas bagas. Este resultado pode ser atribuído ao aumento na disponibilidade de nitrogênio no solo com o incremento das doses de composto orgânico, o que refletiu em maior absorção e aumento nos teores de N na baga. A diminuição nos teores de Mg na baga com a aplicação do composto pode ser devido aos altos níveis de K trocável no solo, como observado neste experimento, que exerce efeito antagônico sobre a absorção de Mg pela planta (Marchener, 1993). No momento da mudança de cor das bagas foi observado que os teores deste nutriente nas folhas completas situavam-se no limite inferior da faixa da normalidade.

Os altos teores de K na baga, como observado neste experimento, não são desejáveis para uvas destinadas a vinificação, pois este cátion potencializa a formação de bitartarato de potássio no vinho, depreciando a sua qualidade. Entretanto, para uvas destinadas ao consumo "*in natura*", que é o destino principal desta cultivar, as altas concentrações de K na baga não apresentam inconvenientes (Fogaça, 2005).

## **5. CONCLUSÕES**

Embora a aplicação do composto na linha e na entrelinha de plantio tenha modificado atributos do Neossolo isto não se refletiu na produção, estado nutricional e composição da uva e do mosto.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, C. A.; LOPES, A. S.; SANTOS, G. C. G. Micronutrientes In: FERTILIDADE do solo. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 645-736.
- AHALWAT, V. P.; YAMDAGNI, R. Effects of various levels of nitrogen and potassium application on growth yield and petiole composition on Grapes CV. Perlette. **Progressive Horticulture**, Chaubattia, v. 20, p. 190-196, 1988.
- AITA, C.; GIACOMINI, S. J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura de solo solteiras e consorciadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 27, p. 601-612, 2003.
- ALBUQUERQUE, T. S. **Potencial agrícola do solo**: fator de nutrição das plantas. Petrolina, PE: Embrapa Semi-Árido. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/CPATSA/35799/1/OPB1323.pdf>>. Acesso em: 03 de Março de 2011.
- ANDRADE F. V.; MENDONÇA, E. S.; ALVAREZ, V. H; NOVAIS, R. F. Adição de ácidos orgânicos e húmicos em Latossolos e adsorção de fosfato. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 27, n. 6, p. 1003-1011, 2003.
- ASSISTAT 7,5 beta. 2008. [Software] Desenvolvido pelo professor Dr. Francisco de Assis Santos e Silva, DEAG-CTRN-UFCG, Campina Grande/PB-Brasil.
- ATLAS SOCIOECONÔMICO DO RIO GRANDE DO SUL. [Uva e maçã] Disponível em: <<http://www.seplag.rs.gov.br/atlas/>>. Acesso em: 10 fev. 2011.
- BARTH, C. V.; CARVALHO, R. I. N; SIMÕES, F. Expressão da fertilidade de gemas da videira em função de diferentes épocas de poda e doses e doses de nitrogênio. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 7, n. 1-2, p. 67-73, 2006.
- BELL, S. J.; HENSCHKE, P. A. Implications of nitrogen nutrition for grapes, fermentation and wine. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, Adelaide, v. 11, n. 3, p. 242-295, 2005.

- BERNAL, M. P.; SÁNCHEZ-MONEDERO, M. A.; PAREDES, C.; ROIG, A. Carbon mineralization from organic wastes at different composting stages during their incubation with soil. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Amsterdam, v. 69, p. 175-189, 1998.
- BOTELHO, R. V.; PIRES, E. J. P.; TERRA, M. M.; MERCER, R. M.; KERNISKI, S. Efeitos do paclobutrazol na fertilidade de gemas e no crescimento dos ramos de videiras cv. Rubi. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, p. 345-347, 2004.
- BLOUIN, J. CRUÈGE. J. **Analyse et composition des vins**: comprendre le vin. Paris: **Dunod/LLa Vigne**, 2003. 304 p.
- BRANCADORO, L.; VALENTI, L.; REINA, A.; SCIENZA, A. Potassium content of grapevine during the vegetative period: the role of the rootstock. **Journal of Plant Nutrition**, Philadelphia, v. 17, n. 12, p. 2165-2175, 1994.
- BRUNETTO, G. et al. Destino do nitrogênio em videiras “Chardonnay” e “Riesling Renano” quando aplicado no inchamento das gemas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, p. 497-500, 2006.
- BRUNETTO, G. et al. Aplicação de nitrogênio em videiras na Campanha Gaúcha: produtividade e características químicas do mosto da uva. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 2, p. 389-393, 2007.
- BRUNETTO, G. **Nitrogênio em videiras**: recuperação, acumulação e alterações na produtividade e composição da uva. 2008. 139 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2008.
- BRUNETTO, G. et al. Produção e composição química da uva de videiras Cabernet Sauvignon submetidas à adubação nitrogenada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 7, p. 2035-2041, 2009.
- BUSTAMANTE, M. A.; PAREDES, C.; MORAL, R.; MORENO-CASELLES, J.; PEREZ-MURCIA, M. D.; PEREZ-ESPINOSA, A. Co-composting of winery and distillery wastes with manure. In: RAMIRAN INTERNATIONAL CONFERENCE, 12., 2006, Aarhus. **Resumos**. Aarhus, 2006. v. 2, p. 123
- CASTRO, A. F.; MENEGHELLI, N. A. As relações  $K^+/(Ca^{++}+Mg^+)^{1/2}$  e  $K^+/(Ca^{++}+Mg^{++})$  no solo e as respostas à adubação potássica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 24, p. 751-760, 1989.
- CHAVARRIA, G. **Ecofisiologia e fitotecnia do cultivo protegido de videiras cv. ‘Moscatto Giallo’ (Vitis vinifera L.)**. 2008. 136 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2008.
- CHAVARRIA, G. et al. Maturação de uvas Moscato Giallo sob cultivo protegido. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 1, p. 151-160, 2010.

CHRISTENSEN, P. L.; BIANCHI, M. L.; PEACOCK, W. L.; HIRSCHFELT, D. J. Effects of nitrogen fertilizer timing and rate of inorganic nitrogen status, fruit composition, and yield of grapevines. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 45, p. 377-387, 1994.

CONRADIE, W. J.; SAAYMAN, D. Effects of long-term nitrogen, phosphorous and potassium fertilization on Chenin Blanc vines. I Nutrient demands and vines performance. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 40, n. 2, p. 85-90, 1989.

CRIPPEN, D. D.; MORRISON, J. C. The effects of sun exposure on the compositional development of Cabernet Sauvignon berries. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 37, p. 235-242, 1986.

DAL BÓ, M. A. Nutrição e adubação da videira. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 5, n. 4, p. 32-35, 1992.

DANNER, M. A.; CITADIN, I.; SASSO, S. A. Z.; ZARTH, N. A.; MAZARO, S. M. Fontes de cálcio aplicadas no solo e sua relação com a qualidade da uva 'Vênus'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, p. 881-889, 2009.

DECHEN, A. R. **Acúmulo de nutrientes pela videira (Vitis labrusca L. x Vitis vinifera L.) cv. 'Niágara Rosada', durante um ciclo vegetativo**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1979. 133 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, São Paulo, SP, 1979.

DELGADO, R.; MATÍN, P.; ÁLAMO, M.; GONZÁLEZ, M. R. Changes in the phenolic composition of grape berries during ripening in relation to vineyard nitrogen and potassium fertilisation rates. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Chichester, v. 84, n. 7, p. 623-630, 2004.

DONATI, G. L. **Effetto Del potássio e dell irrigazione sullo stato nutrizionale della vite (cv. Trebbiano Romagnolo) e sulla qualita delle uve**. 2002. 73 p. Tesi - Corso di Laurea in Scienze e Tecnologie Agrarie, Università degli Studi di Bologna, 2002.

DUCHÊNE, E.; SCHNEIDER, C.; GAUDILLÈRE, J. P. Effects of nitrogen nutrition timing on fruit set of grapevine cv. Grenache. **Vitis**, Landau, v. 40, p. 45-46, 2001.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. 2 ed. Rio de Janeiro, RJ: EMBRAPA, 1997. 212 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Uva e Vinho. **[Dados meteorológicos mensais]**. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/meteorologia/bento-mensais.html>>. Acesso em 20 jan. 2011.

FOGAÇA, A. O. **Avaliação do estado nutricional de vinhedos e sua correlação com a produção de uvas viníferas de qualidade**. 2005. 75 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

FRÁGUAS, J. C.; SÔNEGO, O. R.; GRIGOLETTI JÚNIOR, A. **O dessecamento do cacho de uva**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 1996. 4 p. (Comunicado Técnico, 19)

FRÁGUAS, J. C.; MELO, G. W. B. Fertilidade e manejo do solo em vinhedos. In: CURSO de capacitação técnica em viticultura. Módulo I, Bento Gonçalves: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1998. p. 1-12.

GARCÍA-MARTÍNEZ, S.; GRAU, A.; AGULHÓ, E.; BUSTAMANTE, M. A.; PAREDES, C.; RAÚL, M.; RUIZ, J. J. Use of Composts Derived from Winery Wastes in Tomato Crop. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, Budapest, v. 40, p. 445–452, 2009.

GEBRIM, F. O. et al. Lixiviação de cátions favorecida pela presença de ânions inorgânicos e ácidos orgânicos de baixa massa molecular em solos adubados com camas de aviário. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 32, n. 6, 2008.

HERNANDEZ, M. R. Caracteres ligados a la variedad. In: LÃS variedades de vid y la calidad de los vinos. [S.l.]: AMV Ediciones y Ediciones Mundi-Prensa, 2001. 300 p.

HSIEH, Y. P.; DOUGLAS, L. A.; MOTTO, H. L. Modeling sewage sludge decomposition in soil: 1. organic carbon transformation. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 10, n. 1, p. 54-59, 1981.

IBA, S. E. **Avaliação do estado nutricional da videira “Niágara Rosada” em São Miguel dos Arcanjos, SP**. 2009. 52 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) – Curso de Pós-Graduação em Agricultura Tropical e Subtropical, Instituto Agronômico, Campinas, SP, 2009.

KELLER, M.; POOL, R. M.; HENICK KLING, T. Excessive nitrogen supply and shoot trimming can impair colour development in Pinot Noir grapes and wine. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, Adelaide, v. 5, p. 45-55, 1999.

KELLER, M.; KUMMER, M.; VASCONCELOS, M. C. Reproductive growth of grapevines in response to nitrogen supply and rootstock. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, Adelaide, v. 7, p. 12-18, 2001.

KRAY, C. H. **Resposta das plantas e modificações das propriedades do solo pela aplicação de resíduos urbanos**. 2005. 173 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2005.

LEÃO, P. C. S.; SILVA, E. E. G. Brotação e fertilidade de gemas em uvas sem sementes no Vale do São Francisco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Campinas, v. 25, n. 3, p. 375-378, 2003.

MAIA E.; CANTARUTTI R. B. Acumulação de nitrogênio e carbono no solo pela adubação orgânica e mineral contínua na cultura do milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 39-44, 2004.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1995. 889p.

MEDA, A. R.; CASSIOLATO, M. E.; PAVAN, M. A.; MIYAZAWA, M. Alleviating soil acidity through plant organic compounds. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 44, p. 185-189, 2001.

MELLO, L. M. R. **Viticultura brasileira: panorama 2009**. Disponível em: <<http://www.cnpv.embrapa.br/publica/artigos/prodvit2009vf.pdf>>. Acesso em: 18 fev.2011.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras, MG: Editora UFLA, 2006. 729 p.

MORENO-CASELLES, J.; MORAL, R.; PÉREZ-MURCIA, M. D.; PÉREZ-ESPINOSA, A.; RUFETE, B. Nutrient value of animal manures in front of environmental hazards. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, [S.l.], v. 33, p. 3023–3032, 2002.

MORRISON, J. C.; NOBLE, A. C. The effects of leaf and cluster shading on the composition of Cabernet Sauvignon grapes and the fruit and wine sensory properties. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 41, p. 193–220, 1990.

MPELASOKA, B. S.; SCHACHTMAN, D. P.; MICHAEL, T.; TREEBY, M. T.; THOMAS, M. R. Review of potassium nutrition in grapevines with special emphasis on berry accumulation. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, Adelaide, v. 9, n. 3, p. 154-168, 2003.

NENDEL, C.; REUTER, S.; KERSEBAUM, K.C.; KUBIAK, R.; NIEDER, R. Nitrogen mineralisation from mature bio-waste compost in vineyard soils II. Test of N-mineralisation parameters in a long-term in situ incubation experiment. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, Weinheim, v. 168, p. 219-227, 2005.

PACHECO, C.; CALOURO, F.; MOTA, T.; GARRIDO, J.; CASTRO, R. Influência do azoto, fósforo e potássio na produção e qualidade do mosto da *Vitis vinifera* cv. Loureira na região dos vinhos verdes. **Actas de Horticultura**, Vilamoura, v. 18, p. 11-15, 1997.

PAVINATO, P. C.; ROSOLEM, C. A. Disponibilidade de nutrientes no solo - decomposição e liberação de compostos orgânicos de resíduos vegetais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 32, p. 911-920, 2008.

PIRRA, A. J. D. **Caracterização e tratamento de efluentes vinícolas da região demarcada do douro**. 2005. Tese (Doutorado) - Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real.

PONI, S.; QUARTIERI, M.; TAGLIAVINI, M. Potassium nutrition of Cabernet Sauvignon grapevines (*Vitis vinifera* L.) as affected by shoot trimming. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 253, n. 2, p. 341-351, 2003.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BENTO GONÇALVES. **[Histórico Bento Gonçalves]** Disponível em: <http://www.bentogoncalves.rs.gov.br/>. Acesso em: 10 fev.2011.

RESENDE, A. V. **Agricultura e qualidade da água**: contaminação da água por nitrato. Brasília: Embrapa Cerrados, 2002. 29 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 57).

RUKSHANA, F.; BUTTERLY, C.; BALDOCK, J.; TANG, C. Model carbon compounds differ in their effects on pH change of soils with different initial pH. In: WORLD CONGRESS OF SOIL SCIENCE, SOIL SOLUTIONS FOR A CHANGING WORLD, 19., 2010, Brisbane. **[Proceedings]**. Brisbane, 2010. 1 DVD p. 160-163

SBCS – Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Comissão de Química e Fertilidade do Solo - RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre: SBCS: NRS: UFRGS, 2004. 400 p.

SCHULTE, E. E. et al. **Wisconsin Procedures for soil testing, plant analysis and fud & forage analysis**. Madison: University of Wisconsin / Department of soil Science, 1987. 9 p.

SMART, R. E. et al. Canopy microclimate modification for the cultivar Shiraz. I. Definition of canopy microclimate. **Vitis**, Landau, v. 24, p. 17-31, 1985.

SPAYD, S. E.; WAMPLE, R. L.; EVANS, R. G.; STEVENS, R. G.; SEYMOUR, B. J.; NAGEL, C. W. Nitrogen fertilization of white Riesling grapes. In: WASHINGTON. Must and wine composition. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 45, p. 34–42, 1994.

SPAYD, S. E.; NAGEL, C. W.; EDWARDS, C. G. Yeast growth in Riesling juice as affected by vineyard nitrogen fertilization. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 46, p. 49-55, 1995.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artemed, 2004. 719 p.

TECCHIO, M. A.; PAIOLI-PIRES, E. J.; TERRA, M. M.; TEIXEIRA, L. A. J.; LEONEL, S. Características físicas e acúmulo de nutrientes pelos cachos de 'Niágara Rosada' em vinhedos na região de Jundiaí. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, p. 621-625, 2007.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H. & VOLKWEISS, S.J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Departamento de Solos/UFRGS, 1995. 174 p.

TERRA, M. M.; PIRES, E. J. P.; NOGUEIRA, N. A. M. **Tecnologia para produção de uva “Itália” na região Noroeste do Estado de São Paulo**. Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 1998. 81 p. (Documento técnico, 97)

TODA, F. M. de; SANCHA, J. C.; LLOP, E. Estudio comparado del microclima luminoso en los sistemas de conducción en vaso y espaldera en Rioja. **Rivista di Viticoltura e di Enologia**, Treviso, v. 44, n. 4, p. 149-156, 1991.

TRINDADE, A. V.; VILDOSO, C. I. A.; MUCHOVEJ, R. M. C.; COSTA, L. M. Interação de composto de lixo urbano e fungos micorrízicos na nutrição e crescimento do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 20, n. 2, p. 199-208, 1996.

YAN, F.; SCHUBER, T. S.; MENGEL, K. Soil pH increase due to biological decarboxylation of organic anions. **Soil Biology & Biochemistry**, Amsterdam, v. 28, p. 617–624, 1996.

## **ANEXOS**

**ANEXO 1 - Precipitação pluviométrica, temperatura do ar média mensal e insolação nos meses de condução do experimento na Serra Gaúcha**

Ano-mês	Temperatura do ar		Precipitação pluvi-		Insolação	
	Normal	Observada	Normal	Observada	Normal	Observada
2008	-----°C-----		-----mm-----		-----horas-----	
Agosto	13,6	14,1	165	198,5	159	175,7
Setembro	14,9	13,2	185	144,1	162	193,5
Outubro	17,0	16,8	156	309,6	192	185,8
Novembro	18,9	19,4	140	70,3	219	154,8
Dezembro	20,7	20,3	144	85,8	239	240,8
2009						
Janeiro	21,8	20,4	140	269,6	231	261,7
Fevereiro	21,7	21,7	139	144,5	199	235,7
Março	20,3	21,0	128	90,6	208	174,0
Abril	17,5	18,4	114	24,2	173	228,1
Mai	14,5	15,6	107	134,7	162	243,4
Junho	12,8	11,2	157	82,9	142	162,3
Julho	12,9	10,2	161	97,8	154	155,4
Agosto	13,6	15,2	165	257,9	159	144,9
Setembro	14,9	14,6	185	411,7	162	183,0
Outubro	17,0	16,7	156	145,1	192	194,1
Novembro	18,9	21,6	140	359,5	219	141,1
Dezembro	20,7	21,2	144	232,6	239	224,3
2010						
Janeiro	21,8	22,0	140	296,4	231	189,2
Fevereiro	21,7	23,0	139	167,1	199	205,3

Fonte: Estação Agroclimatológica da Embrapa Uva e Vinho.

**ANEXO 2 - Teores de nitrogênio amoniacal e nítrico no solo**

Teores	Posição do adubo	Profundidade (cm)	Dose de composto, L planta <sup>-1</sup>				
			0	9	18	36	72
Amônio (mg kg <sup>-1</sup> )	Linha	0-2,5	26,49	21,23	5,49	121,70	60,67
	Entrelinha	0-2,5	26,35	37,36	14,76	25,69	36,94
	Linha	2,5-5	19,25	18,70	4,95	52,65	60,94
	Entrelinha	2,5-5	13,86	24,02	13,38	28,19	36,30
	Linha	5-10	8,96	10,70	6,08	34,39	31,89
	Entrelinha	5-10	7,82	17,15	14,00	20,27	41,11
	Linha	10-15	8,73	7,69	9,00	28,36	21,00
	Entrelinha	10-15	7,41	14,69	13,02	8,08	11,65
	Linha	0-2,5	6,59	5,56	4,94	155,91	286,22
	Entrelinha	0-2,5	7,41	11,01	2,49	4,19	71,94
Nitrato + nitrito (mg kg <sup>-1</sup> )	Linha	2,5-5	1,96	3,64	1,90	40,96	155,06
	Entrelinha	2,5-5	4,53	4,55	0,62	0,47	103,06
	Linha	5-10	1,85	2,51	0,00	11,26	70,00
	Entrelinha	5-10	4,53	6,92	0,00	0,00	20,88
	Linha	10-15	3,21	2,09	3,50	3,02	30,33
	Entrelinha	10-15	6,18	5,48	0,00	0,00	0,00